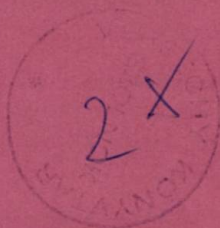


2003-2004
F224

A KÉMIA

TANÍTÁSA

MÓDSZERTANI FOLYÓIRAT



Non scholae sed vitae
discimus

(Dr. Bazsa György)

Tudás alapú társadalom
sötét pontokkal

(Várady Judit)

Új tankönyvek
a 2003/2004-es tanévre

XI. ÉVFOLYAM 2003

1

A KÉMIA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Főszerkesztő:

Dr. Adamkovich István

A szerkesztő munkatársai:

Kószó Katalin

Németh Veronika

Dr. Tóth Zoltán

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3/B

Tel.: (62) 470-101,

FAX: (62) 554-666

Kiadó:

MOZAIK Kiadó Kft.

Felelős kiadó: Török Zoltán

Tördelőszerkesztő: Forró Lajos

Borítóterv: Deák Ferenc

Megrendelhető:

MOZAIK Kiadó Kft.

6701 Szeged, Pf. 301

Éves előfizetési díj: 1200 Ft

A lap megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltban:

Budapest VIII., Üllői út 70.

A Kémia Tanításában megjelenő valamennyi cikket szerzői jog védi. Másolásuk bármilyen formában zárólag a kiadó előzetes írásbeli engedélyével történhet.

ISSN 1216-7576

Készült

az Innovariant Kft.-ben, Szegeden

Felelős vezető: Drágán György

TARTALOM

Non scholae sed vitae discimus

Dr. Bazsa György egyetemi tanár,
DE Fizikai Kémiai Tanszék

Összefoglaló a 17. ICCE-ről

Dr. Bazsa György egyetemi tanár,
DE Fizikai Kémiai Tanszék

Richter Gedeon Rt. a Magyar Kémia Oktatásáért

XX. Kémiatanári Konferencia

Várady Judit szerkesztő, Magyar Vegyipar

Rátz Tanár Úr Életmű-díj hat középiskolai tanárnak

Tudás alapú társadalom sötét pontokkal

Várady Judit szerkesztő, Magyar Vegyipar

Új tankönyvek a 2003/2004-es tanévre

A TERMÉSZETRŐL TIZENÉVESEKNEK TANKÖNYVCSALÁD

Kémia 7. tankönyv

Kémia tankönyv 9., 10. évfolyam középiskolások számára

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve (két példányban), floppy lemezen vagy e-mailen (kattila@mozaik.info.hu) küldjük meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 8-10 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés). A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utaljanak rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézetek név- és évszámjelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalom alfabetikus sorrendben készüljön. Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.

Dr. Bazsa György

Non scholae sed vitae discimus

Nem az iskolának, az életnek tanulunk

1. Bevezetés

Azt a megtisztelő felkérést kaptam a kínai szervezőktől, hogy tartsak „keynote” előadást az általam legfontosabbnak tartott kérdéskörrel a **17. Nemzetközi Kémiaoktatási Konferencián** Pekingben (Beijingben). A konferencia választott mottója: „Új stratégiák a kémia oktatásában az új században.”

Közel egy évtizeddel ezelőtt – a Nemzeti Aparenterelv előkészítése során – már nyomtatékosan szemléletváltást sürgettem a magyar közoktatásban, természetesen elsősorban a kémia oktatásában [1]. A tanterveket jellemző szinte egyoldalú túlzott tudományosság és maximalizmus helyett megtanulható tananyagot, életszerűséget; gyakorlatiasságot, jó értelemben vett népszerűséget láttam – messze nem egyedül – szükségesnek. Azt gondolom, azóta nemhogy javult volna a helyzet, sokkal inkább romlott. A fiatalok (és a társadalom) érdeklődése és megbecsülése a kémia (és más természettudományok) iránt fokozatosan romlott – itthon és külföldön is. Számos – később részletesebben is megfogalmazott – jelzésből és kedvezőtlen tényből csak az a következtetés adódik, hogy sürgősen és összehangoltan cselekednünk kell: az oktatásirányításnak, a tanároknak, az egyetemi oktatóknak, a kémikus egyesületnek, az akadémiának, a médiának.

Ebben a felfogásban választottam előadásom címül a régi latin közmondást: „Non scholae sed vitae discimus”, azaz „Nem az iskolának, hanem az életnek tanulunk”. A cím természetesen tükrözi a tartalmat is, mondanivalóm lényegét, de mielőtt ezt kifejtem, három megjegyzést kell tennem. Az egyik, hogy előadásom elsősorban a kémiára koncentrál, de gyak-

ran szélesebb értelemben, a természettudományok (science) vonatkozásában is érvényesnek tekintem mondanivalómat (a természettudományok: fizika, kémia, földtudományok, biológia és a matematika). A másik megjegyzés, hogy gondolataim elsősorban a közoktatásban oktatott kémiára vonatkoznak, tehát az általános és középiskolai kémiára, de bizonyos vonatkozásokban értelemszerűen érintik a későbbi, elsősorban nem szakosoknak oktatott kémiát is. S harmadsorban, bár jórészt magyar tapasztalatokkal rendelkezem, de szép számmal fogok idézni nemzetközi példákat is, s ennek alapján úgy gondolom, mondanivalóm elég általános érvényű. És végül hozzáteszem, tudom, hogy megállapításaimmal nem fedezem fel a spanyolviaszt, nem leszek az első és sajnos valószínű az utolsó sem, aki ezeket mondja, hangsúlyozza és kiemeli.

2. A kémia jelenlegi helyzetéről

A kémia szinte évszázadok óta nagyon sok **pozitív eredményt** tud felmutatni, mint például:

– A kémia tudománya (és általában a természettudomány) nagyszerű tudományos eredményeket hozott, összességében meghatározó módon hozzájárult az anyagi világ széleskörű és mély ismeretéhez és megértéséhez.

– Az emberiség megszámlálhatatlanul sok, rendkívül változatos kémiai terméket használ, mint pl. gyógyszerek, műanyagok, ötvözetek, festékek, anyagok, üzemanyagok, műtrágyák, akkumulátorok és elemek, háztartási kémiai anyagok, kozmetikumok stb. A 20. századot gyakran nevezték, nevezik a fizika, az atomenergia, az informatika, az elektronika, a biológia stb. százada mellett

a műanyagok, a gyógyszerek századának is. (Talan az sem véletlen, hogy szinte mindig a természettudományok köréből származik a század jelzője, hiszen ezek meghatározóak voltak az emberiség fejlődése szempontjából.)

– A vegyipar régóta és ma is alapjaiban virágzó, fejlődő, igen termékeny és gazdaságos iparág, a világ vezető cégei között nagy számban vannak neves vegyipari konszernek.

– A kémiai és természettudományi Nobel-díjak nagyszerű és világszerte elismert eredményeket honorálnak évről-évre, az odaítélők a bőség zavarával küzdenek.

A kémia – csak vázlatosan említett – nagyszerű eredményei és nélkülözhetetlensége ellenére újabban egész sor **negatív társadalmi jelenség** észlelhető tudományunkkal és technológiánkkal kapcsolatban. Csak néhányat említenék:

– A közvélemény meglehetősen negatív, olykor elítélő velünk kapcsolatban: a kémikusok felelősök a környezetszennyezésért, különböző újabb betegségekért, ipari katasztrófákért, ártalmas, gyakran rákkeltő vegyületekért (DDT, halogénezett szénhidrogének, savas eső, ciánszennyezés stb.): „Ha azt mondd, hogy kémiát művelsz, akkor azt vélik, hogy szennyezed az egész világot” mondta egy amerikai postdoc.

– A média gyakran vádolja, teszi felelőssé a kémiát az emberiség egészségének és biztonságának veszélyeztetéséért (plasztikbombák, kémiai fegyverek, ózonlyuk stb.)

– A felnőtt társadalomnak meglehetősen alacsony a kémiai ismeretanyaga, kémiai intelligenciája. Egy tévé-kvízben hangzott el a kérdés: Mi a H_2SO_4 ? Salétromsav? Víz? Kénsav? Benzín? A közönség válaszainak megoszlása így alakult: 30 - 20 - 40 - 10%!

– A társadalomban különböző válaszok fogalmazódtak meg erre a kedvezőtlen megítélésre: a biotermékek érthető népszerűségétől az áltudományok egészségtelen terjedésén át egészen a tudományellenes nézetek megjelenéséig.

Hogyan válaszolt ezekre az ellentmondásos hatásokra a **kémia oktatása**:

– Kitűnő teljesítmények és eredmények születtek a kémiaoktatás elit szintjén (kémiai olimpiák, nemzetközi kémiai versenyek stb.).

– Sok kiváló felkészültségű hallgató iratkozik be főiskolák és egyetemek kémikusi szakjaira, programjaira, doktori képzésére.

– Ezzel szemben nagyon csökkent az érdeklődés a fiatalok körében a kémia (és a természettudományok jelentős része) iránt: néhány esetben valóságos kemofóbia megjelenését is tapasztalhatjuk.

A ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY állásfoglalása (2001): „Minden elérhető információ azt mutatja, hogy a tanulók többsége a természettudományos oktatást nem találja érdekesnek és motiválónak.” [2]

Az 1996-os dán természettudományi oktatási program indoklása ezt állapítja meg: „A fiatalok érdeklődésének hiánya a természettudományi programok iránt az oktatáspolitikai viták központi témaköre maradt”. [3]

– Csökken a jelentkezők és a beiratkozók száma a különböző kémiai szakokon számos országban, így Magyarországon is. Ez évben már nem tudtuk betölteni a kereteket!

H. CURIEN úrtudós, a Francia Tudományos Akadémia elnöke (Budapest, 2002.) erről így vélekedik:

– Az Európai Unióban, s részben az USA-ban „a természettudományban nincs megfelelő utánpótlás, a fiatalok inkább az üzleti szférában akarnak karriert csinálni. – A megoldás alighanem az oktatásban van: érdekesebbé kellene tenni a természettudományos tárgyak tanítását.” [4]

A NATURE-ben, a nagy tekintélyű természettudományos folyóiratban is ezt olvashattuk 2002 áprilisában: „Válságba került a kémia, s ezt a diákok apátiája katalizálja.” A kémia – miként a többi fizikai tudomány – jelenleg nagyon küszködik a diákok megnyeréséért az egész világon. [5]

3. A jelen helyzet néhány oka

– A kémia – általában a természettudomány – és a technológia fejlődése olyan (köz)oktatási programokat eredményezett, amelyek elsősor-

ban a tiszta és ipari kémiára (*pure and applied chemistry*) alapulnak, de nincsenek szoros kapcsolatban a „közönséges”, a hétköznapi életben tapasztalt kémiával. Az egyetemek, a tudományos ismeretek létrehozásának és továbbadásának intézményei, olyan tanárokat képeznek, akik főleg a tiszta tudományos és valamelyest az alkalmazott kémiában tájékozottak, következésképpen ezek a kémiatanárok lényegében ilyen kémiai tudást és szemléletet adnak tovább a diákoknak. Ilyenek a tankönyvek is. Néhányan, meglehetősen jó néhányan, ezek közül a diákok közül később tökéletesen alkalmasak a magasabb tudományos szintű (kémiai) oktatásban való részvételre, de legtöbbjük nincs felkészítve és nem képes kémiai ismereteinek alkalmazására a hétköznapi életben, a gyakorlatban. Mindez összességében egy tudományos irányultságú és tudományosan determinált, meglehetősen zárt kört eredményez, amelyet általában nem sok minden köt a való élethez, és amelyet nem befolyásolnak valós társadalmi szükségletek.

A DAVENPORT által vezetett bizottság így összegezte: „Tizenkét legnépszerűbb, a 6-9. osztályban használt amerikai tankönyvet vizsgáltunk. Azt állapítottuk meg, hogy a tankönyvek túl sok tananyagot tartalmaznak. A rossz tankönyv az egyik oka annak, hogy a diákok elfordulnak a tudománytól. Ha döntéshozókat oktatunk, akkor a piac sokkal jobb tankönyveket fog kikövetelni.” [6]

„A magyar tananyagok vezérelve a tudományosság, miközben igen gyenge oldaluk a gyakorlatiasság...” [1]

Egy népszerű és egyébként kiváló magyar kémiai példatár 750 számítási példát tartalmaz, de szinte egy sem kapcsolódik közülük a mindennapi élethez.

– Egy szűk évszázaddal ezelőtt a tudomány (benne a kémia) lényegében (bár nem teljes mértékben) még meglehetősen közérthető volt, ami megengedte a tudomány szinte naprakész oktatását majdnem minden szinten. A tudomány fejlődése lépésről lépésre olyan magas szintre jutott, amelynek megértése már meglehetősen speciális és mély intellektuális képessé-

geket igényel, s ezek már nem elérhetők a szokványos közoktatási körülmények és az általános-sá vált tömegoktatás feltételei mellett. Erre az oktatásnak nem sikerült megfelelő választ adni. Hasonlítsuk csak össze, például a Trabantot a mai Ford Mondeoval, Edison fonográfját egy DVD-vel, Linné növényrendszerét a humán-genommal, a periódusos rendszert az enzimek finomszerkezetével, a cukorinverzió kinetikáját a determinisztikus kaósszal. Világosan látszik az (köz)oktathatóság különbözősége.

– A diákok túlterhelése: A modern tudományban már nincsenek többé polihisztorok (olyan, a tudomány szinte minden terén tájékozottak és alkotók, mint pl. Descartes), a legtöbb tudós egy szűk tudományterület specialistája. A tananyag ugyanakkor azt kívánja meg a diákoktól, hogy öt-tíz tudomány „kis tudósai” legyenek, ahelyett, hogy felkészítené ezeket a fiatalokat egy sokoldalú életre, megtalálva és fejlesztve mindenkiben a legjobban kamatoztatható egyéni képességeket.

NATIONAL SCIENCE EDUCATION STANDARDS (USA, 1996): „A legkiválóbb tanárok elhagyják az ismeretanyaggal túltelített tankönyveket és más módon keltik fel a diákok érdeklődését.” [7]

R. COLWELL, a National Science Foundation [(USA) igazgatója (1999): „Az amerikai tankönyvek sokkal több témakört tárgyalnak, mint számos más országbeliek. Például az amerikai 8. osztályosok *Science* tankönyvei mintegy hatvanhét témakört tárgyalnak.” ... S a helyzetet egy régi mondással jellemzi: „Egyre kevesebbet és kevesebbet tanulunk meg – egyre többről és többről.” [8]

Egy magyar középiskolai kémiai tankönyv például 27 molekula-geometria típust, vagy 22 cukor-féleséget tárgyal, egy másik az atommagon belül ható négy erő kvantitatív képletét is megtanítatja a diákokkal.

– A közvéleményben korábban meglévő jó tapasztalat és általános hit, hogy a tudomány képes és meg is old számos társadalmi problémát, az utóbbi évtizedekben fokozatosan gyengült. Az emberiség néhány korábbi és újonnan keletkezett problémája (pl. rák, környezetszennye-

zés, AaS, energiaforrások stb.), azok megoldatlansága lerombolták ezt az optimista képet, és egy ellentmondásos és gyakran negatív megítélést alakítottak ki a társadalomban a tudományról, beleértve a kémiát.

– A legtöbb esetben mi ugyanazt a kémiát oktatjuk valamennyi diáknak, s ennek az a szinte kizárólagos célja, hogy felkészítsük őket további kémiai oktatási programokban való részvételre. A kémiai oktatási programok gyakran a tiszta tudomány extraktumai.

A ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY megállapítása (2001): „A jelen tananyagokban szereplő tartalom főleg a további természettudományi (kémiai) tanulmányokra készít fel, sokkal inkább, mint eligazodásra a 21. század változó világában”. [2]

GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER (2001.): „A modern kémiaoktatás nem csak a lehetséges kémiai tanulmányokra kell felkészítse a diákokat.” [9]

– A tanárok értékelése és sikerei elsősorban, sőt majdnem kizárólag az elit sikeres képzésén alapulnak: a jó eredmények a tanulmányi versenyeken (olimpiákon) és a sikeres felsőoktatási felvételi adatok (azokban az országokban, ahol felvételi vizsga van) jelentik az elismerés alapjait. A tömegoktatásban elért eredményekre szinte senki sem figyel, és ez nem hoz elismerést a tanárnak!

– A kémia oktatásában a motiváció nem elégséges és nem alkalmazkodik a modern kor követelményeihez. Nem tudja eredményesen és sikeresen felvenni a versenyt a fiatal generációt erő számos már attraktív és erős hatással.

– Igen erős az utóbbi időkben más divatos és jól jövedelmező területek (közgazdaság, jog, informatika, kommunikáció, média stb.) elszívó hatása.

Mindezek drámaian csökkentették az ifjúság érdeklődését a természettudományokban, különösen a kémiában. Sürgősen cselekednünk kell!

4. Megoldások és akciók: a kémiaoktatás céljának újrafogalmazása

A jó válaszokhoz mindenekelőtt jó kérdésekre van szükség! Ezt tette a PISA-2000 program

(*Programme for International Student Assessment*), amelyben az OECD és néhány más, összesen 31 ország vett részt. A PISA lényege: [10]

– A korábbi nemzetközi felmérésekkel ellentétben, amelyek az iskolai tudás megismerésére irányultak, a PISA azt kívánja feltérképezni, hogy a diákok mennyire felkészültek arra, hogy majd megállják a helyüket a mindennapokban, és alkalmazkodni tudjanak a munkaerőpiac változó körülményeihez. Azaz nem arra koncentrálnak, hogy a diákok mennyire tanulták meg a tételes iskolai tananyagot.

– A PISA új, háromévenkénti felmérése a 15 éves diákok tudásának és képességének, annak, hogy a diákok kötelező tanulmányaik befejezésekor milyen, a társadalmi életben való teljes részvételhez szükséges tudást és képességeket szereztek. A diákok teljesítményét vizsgálja az olvasásértésben, a matematikában és a természettudományos műveltségben.

– A PISA által definiált *természettudományos műveltség* fogalma magában foglalja az alapvető tudományos koncepciók ismeretét, hiszen ezek segítenek világunk megismerésében, ezek tükrében hozzuk döntéseinket. A meghatározás mellett magában foglalja a természettudományos kérdések felismerésének, bizonyítékok használatának, tudományos következtetések levonásának és ezek megfogalmazásának szükségességét. A diákoknak világunkat érintő fontos természettudományos koncepciókat kellett értelmezniük, felhasználniuk. Ehhez a műveltségi területhez tartoznak például az élethez és az egészséghöz, a Földhöz és környezetünkhöz, valamint a modern technológiához kapcsolódó fogalmak és ismeretek.

– A PISA-2000 első jelentése Magyarországon nagy meglepetést és valóságos megrökönyödést keltett: változatlanul kiváló elitoktatásunk mellett a tömegoktatás illetően eredményessége meglehetősen elszomorító képét mutat.

A röviden vázolt helyzetből, úgy gondolom, az előrelépéshez és a fejlődéshez legalább két meghatározóan fontos lépés következik:

– Olyan kémiát kell tanítanunk, amely a diákok többsége számára fontos és hasznos, és nem kizárólag a jövő kémikusát kell látnunk minden tanulóban: a jelenlegi diákok döntő többsége használója és felhasználója lesz kémiai tudásának, nem pedig előállítója vagy továbbadója az (új) eredményeknek. Lényeges, hogy mennyire felkészült felhasználója!

ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY: Az új tananyag „azt a célt kell szolgálja, hogy ne csak a kémiát továbbtanulók hasznosíthassák, hiszen végül is csak a korosztály 6%-a fog a későbbiekben kémiát tanulni”. [2]

– Természetesen tudományos megalapozottságú, de a valós világra orientált kémiát kell tanítanunk: racionális méretű és mélységű, jól megérthető és hasznos kémiai tudásra van szükség, de nem szabad nagyon mély, nagyon széles, ezért szinte biztosan elfelejtődő elméleti és adathalmazt tanítani. A diákok ezt úgy sem tanulják és nem is őrzik meg.

NATIONAL SCIENCE EDUCATION STANDARDS: „A kiváló tanárok a természettudományos oktatásukat a diákok életével hozzák kapcsolatba, ahelyett, hogy kizárólag egy következő iskolai természettudományos programra készítenék elő őket.” [7]

ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY: „Szükséges sokkal nagyobb mértékben fókuszálnunk azokra a dolgokra, amelyeket az emberek a tudományból az iskolán kívül használnak.” [2]

PISA-2000: „Természettudományos eszköz-tudásnak azt a képességet tekintjük, amelynek segítségével természettudományos ismeretekből tényeken alapuló következtetéseket vagyunk képesek levonni annak érdekében, hogy megértsük a természetet, és döntéseket hozzassunk a világról és mindazokról a változásokról, amelyeket az emberi tevékenység ebben okoz.” [10]

5. Néhány fontos állásfoglalás

NATIONAL SCIENCE EDUCATION STANDARDS (1995): „Egy olyan világban, amely tele van tudományos felfedezések sokaságával, a természettudományos műveltség mindenki számára szükséglet. Mindenkinek szüksége van

tudományos információk használatára, hogy dönthessen a hétköznapiakban felmerülő kérdésekben. Mindenki képes kell legyen intelligens részvételre nyilvános vitákban, olyanokban, amelyek tudományos és technológiai kérdéseket is tartalmaznak. Mindenki számára meg kell adni annak lehetőségét, hogy részt vegyen a természet világának megismerésével járó szellemi élvezetekben.” [7]

ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY (2001) „Tartsunk lépést a nemzeti tananyagban a 21. század változó világában. Ahelyett, hogy minden diákot felkészítenénk további természettudományi tanulmányokra, a tananyag legfőbb célja az legyen, hogy készítse fel őket a teljes és tartalmas életre a 21. század világában, miközben biztosítja tartalmilag azok szükségleteit, akik további természettudományos tanulmányokat kívánnak folytatni.” [2]

GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER (2001) „Az oktatásnak elsősorban azokat az alapismereteket kell kialakítania, melyek a természetben, a környezetben és a technikában megjelenő kémiai jelenségek tárgyilagos és kritikus megértéséhez szükségesek.” [9]

6. Reformkísérletek példái

a) Életszerűség erősítése a kémiai tudomány szokásos szerkezetében.

– A dán Oktatási Minisztérium olyan projektet kezdeményezett, amelyben a gimnáziumi természettudományos oktatás erősíti a diákok érdeklődését matematikában, fizikában és kémiában, és ezzel motiválja őket további technológiai és természettudományos tanulmányokra. Ezek a speciális osztályok rendszeres kapcsolatot építenek ki cégekkel és felsőoktatási intézményekkel (az ipar és az oktatás együttműködése). [3]

– A „LUMA” nevű finn fejlesztési program a matematikában és a természettudományokban a következő célokat tűzi ki: a tanulási környezet úgy kell fejleszteni, hogy valamennyi diákban felkeltse az érdeklődést a jelenségek megfigyelésére, kísérletek végzésére, és hogy a diákok alkalmazni tudják tudásukat a mindennapi életben jelentkező problémák megoldására. Környe-

zet-centrikus megközelítést valósítanak meg matematikai és természettudományi tárgyakban. A diákok olyan tudást szereznek, amely alkalmas a hétköznapi életben való eligazodásra és egyúttal további tanulmányokra is. [11]

b) Projekt alapú tantervek kifejlesztése

– *SALTERS ADVANCED CHEMISTRY* (Yorki Egyetem, GB): „Szigorú és stimuláló tárgyalást biztosítunk a kémiában, amely megalapozza a későbbi kémiai tanulmányokat és kielégíti azokat is, akik nem fognak a későbbiekben kémiát tanulni.” [12]

A főbb témakörök:

- az élet elemei
- tüzelőanyagok kifejlesztése
- az ásványoktól az elemekig
- a légkör
- a műanyag-forradalom
- polimerek tervezése
- proteinek átalakítása
- az acél története
- a mezőgazdaság szempontjai
- színek tervezése
- az óceán
- gyógyszerek tervezése

– *CHEMISTRY IN THE COMMUNITY* (ChemComm, USA): „A kémiát társadalmi problémák köré szervezi. A diákok a tanár vezetésével úgy haladnak előre, hogy megtanulják a tartalmat, értékelik az adatokat, és döntéseket hoznak ismereteik és az adatok alapján” [13]

– A víz: szükségleteink biztosítása

- Petróleum: előállítsuk? Égessük el?
- Magkémia mai világunkban
- Egészség: kockázataink és választásunk
- Kémiai anyagforrások megőrzése
- Értsük meg élelmiszereinket
- Kémia, levegő és időjárás
- A vegyipar: ígéretes és kihívások

– A ZÖLD KÉMIA célja a környezetbarát szemlélet érvényesítése a kémia egészében. [14]

c) Parallel programok biztosítása

– *ONTARIO CURRICULUM* (Kanada): A középiskolák számára készített új tanterv lehetővé teszi, hogy a diákok válasszanak felkészültsé-

gük, érdeklődésük és céljaik alapján. A 9. és 10. osztályban háromtípusú tananyagot ajánl: *tudományos, alkalmazott és nyitott*. A 11. és 12. osztályban a diákokat előkészítjük a végzés utáni célok szerint, azaz felsőoktatásra, átmeneti alkalmazási tréningre, vagy munkavállalásra. [15]

A tudományos program az elmélet és absztrakt problémák tanulmányozása révén fejleszti a diákok tudását és képességeit. A program egy témakör alapvető kérdésére és az azzal kapcsolatos témákra koncentrál. Ezek megfelelő mértékben gyakorlati alkalmazásokat is tartalmaznak.

Az alkalmazott programok az adott témakör meghatározó alapelveire koncentrálnak és a diákok ismeretanyagát és képességeit gyakorlati alkalmazásuk és konkrét példák segítségével fejlesztik. Ismerős, gyakorlatias helyzetek segítik az elméleti kérdések illusztrálását és a diákok lehetőséget kapnak kísérlet alapú, kézenfekvő alkalmazásokra azon koncepciók és elméletek terén, amelyet éppen tanulmányoznak.

7. A kémiaoktatás további fontos szempontjai

Mit nem akar jelenteni a vázolt koncepció:

- Nem jelent – tudománytól mentes – tiszta háztartási vagy felhasználói kémiát!
- Nem jelent általános gyakorlati képzést!
- Nem jelent természetesen tisztán elméleti kémiát sem.
- Nem jelent egyetlen kizárólagos tananyagot: (az élet egy amerikai metropoliszban élő diák számára egészen más környezetet jelent, mint egy magyar falusi gyerek számára).
- Nem jelent *l'art pour l'art* kémiát! A kémia egyeseknek (nekünk, kémikusoknak) szép és csodálatos, de nem ezért tanítjuk, hanem mert kivétel nélkül mindenkinek hasznos és nélkülözhetetlen.

Mit akar – csak címszerűen összegezve – ez az elképzelés:

- Tudományos (kémiai) műveltséget a 21. század tudásalapú társadalmának felhasználói és döntéshozói számára.

- Kiegyensúlyozottságot az elméleti, technológiai, környezeti, gazdasági és társadalmi aspektusok között.
- Interdiszciplinaritást, hiszen a természet, az élet egységes egész, nem különbözteti meg a fizikát, a kémiát, és más természettudományi tárgyakat.
- Érthető, világos alapfogalmakat, és jól meg-alapozott elméleti ismereteket.
- A tudományos kutatás és gondolkodás elveinek, módszereinek, teljesítőképességének és korlátainak ismeretét.
- A diákok bevonását a gyakorlati és kézügyességet fejlesztő munkákba.
- Projektek és esettanulmányokat az aktuális társadalmi kérdések köréből.
- Örömet, érdeklődést és élvezetet a kémiai programokban és tanulásban.
- Változatos tanítási módszereket, melyek tudományos műveltséget, ismeretet és képességet fejlesztenek.
- Az informatikai és komputertechnológiák alkalmazását a kémia oktatásában.
- A diákok készségeinek olyan fejlesztését, hogy alkalmazni tudják ismereteiket és képességeiket a valós életben, mint pl. kommunikációs képesség, csoportmunka, motiváltság, elkötelezettség, gazdasági és jogi tájékozottság, alkalmazkodó képesség, rugalmasság, kreativitás, management és problémamegoldás, vezetőképesség, tervezés, döntésképeség, ICT adottságok, idegennyelv-ismeret stb.
- Esélyt biztosítani minden gyereknek: az „Egy gyermek sem maradhat le!” (No child left behind!) lett 2002-ben az új amerikai elnök első általánosan támogatott törvénye.
- Magasan képzett, lelkiismeretes, jól fizetett tanárokat és aktívan tanuló diákokat.
- Hatékony diák – tanár – szülő – társadalom (gazdaság, ipar) együttműködést.
- A kémia társadalmi és iskolai képének javítását.
- Pozitív képet a természettudományokról a médiában: kulcs az emberiség jólétéhez.
- A diákoknak tudniuk kell: mi az életnek, a munkahelynek és a további tanulmányoknak egyaránt tanulunk.

8. Következtetések

A jelen helyzetben közös egyetértést kell kialakítanunk a kémia oktatásának új stratégiájában. A jelen helyzet jellemzője tömören: **tudomány vezérelte – „élethiányos” kémia.**

Az új helyzet jellemzője **tudományra alapozott élet-orientált kémia** legyen. Azaz: Non scholae sed vitae discimus!

Irodalom

- [1] Bazsa Gy. Magyar Kémikusok Lapja, 99. 58 (1994)
- [2] RSC policy paper: „Keeping national curriculum science in step with the changing world of the 21st century.” <http://www.rsc.org/lap/poacts/edupr.htm>
- [3] Danish Ministry of Education: <http://eng.uvm.dk/publications/>
- [4] Curien, H. „Nincs megfelelő utánpótlás”, Népszabadság, 2002. ápr. 27.
- [5] Adam, D. „Chemistry caught in crisis catalysed by student apathy” Nature, 416.777 (2002)
- [6] Davenport R. J., Science now, 2001. 01. 19.
- [7] National Science Education Standards, <http://www.nap.edu/html/nses/html/>
- [8] Colwell, R. Unlocking the Future: Toward a New Science Policy, http://www.nsf.gov/od/lpa/congress/106/rc90428k_12edu.htm
- [9] Gesellschaft Deutscher Chemiker: Empfehlungen der Studienreformkommission zum Studium Lehramt Chemie an Gymnasien ..., Dezember 2001.
- [10] Vári Péter és munkatársai, A PISA-2000 vizgálatról, Új Pedagógiai Szemle, 2001. december, <http://www.oki.hu/ciklJ>
- [11] LUMA, <http://www.oph.fi/english/>
- [12] Salters Advanced Chemistry, <http://www.york.ac.uk/org/seg/salters/chemist>
- [13] Chemisty in the Community, <http://www.lapeer.lib.mi.us/ChemCom/>
- [14] Anastas, P. T., Warner, J. C., Green Chemistry: Theory and Practice, Oxford UP, New York, 1998
- [15] Ontario Curriculum, <http://www.curriculum.org/occ/index.htm>

Dr. Bazsa György

Összefoglaló a 17. ICCE-ről

(Beijing, 2002. aug. 6–10.)

A 17. International Conference on Chemistry Education-t – a IUPAC felkérésére és támogatásával – a Kínai Kémiai Társaság rendezte 2002. augusztus 6–10. között Pekingben, pontosabban annak egyik elővárosi, imponálóan szép, tiszta, népszerű és gondozott parkjában lévő szállodakomplexumban (Fragrant Hill Hotel). Az előző 16. ICCE Budapesten volt 2000-ben. A mostani kongresszusnak 40 országból kb. 400 résztvevője volt, természetesen jelentős hányadban (több mint 50%) kínaiak.

A szervezők a kongresszus mottójának az „Új stratégiák a kémia oktatásában az új században” gondolatot választották. Nyilvánvaló, hogy a mottó kiválasztása megfontolt, tudatos döntés, nem pusztá folytatása egy kedves hagyománynak. A mottó világosan kifejezi, hogy a szervezők mit tartanak aktuálisnak és fontosnak ma a konferencia témakörében és elsősorban ennek sokoldalú megközelítését várják a résztvevőktől. Ezt egészíti, bontja ki a fő témakörök kiválasztása is:

- Közoktatás és a kémiai műveltség oktatása
- Kémia és társadalom
- Környezet-orientált kémiai oktatás
- Zöldkémiai és környezetbarát kémiai kísérletek
- Internet, számítógép és kémia
- Modern technológiák használata a kémiai oktatásban
- A kémiaoktatás elméleti alapjai
- Mikrokísérletek és olcsó kémiai berendezések
- Kémiaoktatás és a kémiai kutatás frontvonalai
- Egyetemi kémiaoktatás
- Középiskolai kémiaoktatás
- Felnőttoktatás
- Kémiai olimpiák

A plenáris és „keynote” előadások döntő mértékben az első hat témakörhöz kapcsolód-

tak, és a különböző egyéni meglátások és megközelítések mellett is összességében a következőkben fogalmazták meg az új század új stratégiáinak lényegét: A kémia oktatását az új században az adott korosztálynak érthető, tudományos alapokra épített tanuló-, társadalom- és környezetbaráttá, „orientálttá” kell tennünk, felhasználva a tanuló (és tanári) kísérletezés mint hagyományosan hatékony motiváló tényező mellett a modern technológiák (Information and Computer Technologies, Internet) nagyszerű és egyre jobban terjedő adottságait.

A több mint száz kiselőadás és másfél száz poszter számos imponáló és jól hasznosítható példájával szolgált ezekhez az új stratégiákhoz.

A konferencián egyedüli magyarként vettem részt, mint az International Advisory Committee tagja, meghívott előadó (és ami ezzel rendszert jár, ülésező). Nyilván a kb. négyszázezer forintos összköltség tartott vissza többeket a részvételtől, jóllehet ez a IUPAC kongresszusok költségeinek átlagát jelenti. Szerkesztett előadásomat a folyóirat e száma közli. Ebben én elég kritikusnak minősítem a kémia oktatásának, főleg irányultságának, népszerűségének, utánpótlás vonzó képességének helyzetét – s messze nem csak hazai tapasztalatok alapján, hanem igen rangos amerikai, angol, német stb. kémikus testületek véleményének idézésével.

Előadásom végén Pekingben azt mondtam: „Közös egyetértésre kell jutnunk [we should reach] a kémia oktatás új stratégiáiról!” És ekkor azt kérdezték: „Kik azok a mi?” Ekkor döb-bentem rá, hogy a kémia oktatásában talán nincs is meg az egészséges mi. Azt egy pillanatra sem gondolom, hogy bármely testület (pl. a IUPAC Peter Atkins vezetésével újjá alakult bizottsága) eldönthetné, mik az új, kvázi kötelező-

en követendő stratégiák. Viszont úgy érzem, a kémiaoktatás tudományában (aminek vannak szervezetei, egyetemi tanszékei, folyóiratai, kongresszusai) nem működik olyan természetes és hatékony mechanizmus, ami – a (természet)tudományra általában jellemzően – kialakít, szelektál általánosan elfogadott modelleket, törvényeket, amit mi, akik a tudományt műveljük, elfogadunk, követünk, gazdagítunk. Nyilvánvalóan igen nagy különbségek, mondhatni alapvetően eltérő helyzetek vannak országonként, iskolatípusonként, szintenként, tantárgyszerkezetenként a kémia oktatásában a világon. Mégis úgy gondolom, lehetne-kellene olyan ajánlásokat (nem előírásokat), világos koncepciókat, kipróbált módszertani eljárásokat, szem-

léleti újításokat, tematikai alternatívákat megfogalmazni, amelyek iránymutató, koordinatív, előrevivő funkciót, netán missziót töltenének be világszerte a kémia oktatásában. Kétségtelenül vannak ilyen jellegű törekvések és példák, de nekem e tekintetben a kémiaoktatás szereplői egyszerre tűnnek nagyon szuverénnek, igényes fejlesztőnek, ugyanakkor nagyon konzervatívnak, és csak egyes esetekben merész váltásra késznek és képesnek. Pedig a kémia (egyébként a természettudományok) iskolai és társadalmi helyzete – az én megítélésem szerint – a 21. század kezdetén (nem csak tőlük) ezt feltétlenül megkívánja. Mégpedig sürgősen, mert nem sokára már túl késő lehet.

A Richter Gedeon Rt. a magyar kémia oktatásáért

A mai napon immár negyedik alkalommal ünnepélyes keretek között vehette át négy kémiaatanár kiemelkedő munkájáért „A Magyar Kémiaoktatásért”-díjat. A díj átadására az MTA Akadémiai Klubjának termében került sor. A rangos elismerést a Richter Gedeon Alapítvány a Magyar Kémiaoktatásért 3 tagú kuratóriuma évente ítéli oda, olyan középiskolai és általános iskolai kémia tanároknak, pedagógusoknak, akik áldozatos munkájukkal járulnak hozzá a magasabb színvonalú képzéshez. Az alapítvány 2002-ben Czírók Ede, Dr. Cs. Nagy Gábor, Bodor Ferencné középiskolai tanárok (200-200 ezer forint), valamint Györfy Istvánné általános iskolai igazgatóhelyettes (150 ezer forint) a kémiaoktatásban és a kémiaoktatásért végzett munkáját ismerte el.

A Richter Gedeon Alapítvány a Magyar Kémiaoktatásért 1999-ben a Richter Gedeon Rt. kezdeményezésével jött létre azzal a szándékkal, hogy a társaság a magyarországi kémiaoktatásban és az azzal kapcsolatos ismeretterjesztésben közvetlenül vállalhasson támogató szerepet.

Az alapítvány feladatai közé tartozik többek között a kémiában kiemelkedő eredményeket elérő diákok és tanárok felkarolása, elismerése és díjazása, valamint a kémiaoktatásban bekövetkező változások figyelemmel kísérése, publikálása.

Az alapítvány „A Magyar Kémiaoktatásért-díjjal” évente négy kémiaatanár kiemelkedő munkáját jutalmazza. Az alapítvány céljainak megvalósítása érdekében három tagból álló kuratórium működik. A kuratórium a díjazottak kiválasztásához szükséges adatokat pályázati formában szerzi be.

A Richter Gedeon Rt., társadalmi szerepvállalásának megfelelően, a magyar egészségügyet és az oktatást támogatja, mely területek pártfogására számos alapítványt hozott létre. A társaság pályázatokon és alapítványokon keresztül évente több millió forinttal segíti a fiatal vegyészmérnökök és gyógyszerészhallgatók továbbképzését éppúgy, mint a kémiában kiemelkedő tehetségű középiskolásokat, valamint az oktatásban jelentős szerepet betöltő tanárokat.

Társaságunk azonban nemcsak a vegyész szakemberek képzését támogatja, hanem jelen van a műszaki, az orvosi, valamint a közgazdaságtudományi egyetemek támogatói között is az ország számos pontján. A Richter Gedeon Rt. a magyarországi oktatás, képzés, felnőtt oktatás, valamint a tudományos kutatás terén nyújtott kiemelkedő támogatásáért 2000 decemberében az Oktatási Minisztérium Kármán Tódor-díjában részesült. A 2001 szeptemberében megrendezett Top 200 gálán társaságunk, mint a közösségi célokért a legtöbbet és legeredményesebben tevő vállalat Felelősségtudat-díjat vehetett át.

**A Richter Gedeon Alapítvány által
2002-ben adományozott
„A kémiaoktatásért-díj”-ban
részesültek szakmai életrajzai**

Czirók Ede

Czirók Ede a Petrik Lajos Vegyipari Szakközépiskolában érettségizett, egyetemi tanulmányait az ELTE TTK kémia-fizika szakán folytatta, majd jeles eredménnyel diplomázott 1986-ban. Egyetemi éve alatt tudományos diákköri tevékenységet végzett az Általános és Szervetlen Kémiai Tanszéken. Diplomájának megszerzése után egy évet a Trefort utcai (akkor Ságvári Endre) Gyakorlóiskolában óraadó tanárként töltött. 1987 óta tanít az ELTE Apáczai Csere János Gimnáziumban, közel 10 éve kémia vezetőtanárként V. éves tanárjelöltek gyakorlóiskolai munkáját irányítja. 1996-98 között elvégezte az ELTE TTK Doktori Iskoláját. 1992-től értségi elnökként is tevékenykedik, 2001-től kémiai oktatási szakértő.

1993 és 2000 között 9 tanítványa szerepelt kiemelkedő sikerrel Nemzetközi Kémiai Diákolimpiákon: Az elmúlt hét évben 35 tanítványa jutott be az Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny országos döntőjébe, 28 tanítványa volt döntős az Országos Középiskolai tanulmányi versenyen. 1994-96 között az ELTE TTK Fizikai

Kémia Tanszékén működő kutatócsoport munkájába is bekapcsolódott. Az itt végzett méréseinek eredményei 2 angol nyelvű jelentős nemzetközi szakmai folyóiratban kerültek publikálásra.

Czirók Ede tankönyv- és tantervbíráói tevékenységet is végez, könyvírással is foglalkozik.

Eddig megjelent publikációi:

- Quartz Crystal Microbalance Study of Growth of Indium (Journal of Electroanalytical Chemistry)
- Studees of the Formation and Redox Transformation of Poly Films using a Quartz Crystal Microbalance (Journal of Electroanalytical Chemistry)
- Az Exoterm oldású vegyületek oldhatóságának hőmérséklettel való anomális változása (OKSZI Módszertani lapok 2. évfolyam 1. szám)
- Kis Hütte-kézikönyv leendő műszaki értelmiségieknek (Springer Hungária, 1993.)

Dr. Cs. Nagy Gábor

1969-ben szerzett kémia-fizika tanári diplomát a debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetemen, 1978-ban doktorált aktív tanítási-tanulási témakörben. Az ezt követő 5 évben a Debreceni Vegyipari Szakközépiskolában tanít, majd 7 éven keresztül a Kossuth Lajos Tudományegyetem Kémiai Szakmódszertani Részlegének oktatójaként szervezi és irányítja a tanár szakos hallgatók képzését. 1979-ben kinevezik egykori középiskolája, a mai Erdey-Grúz Tibor Vegyipari Középiskola és Kollégium igazgatójává. Tanítványai évek óta szerepelnek sikerrel belföldi és külföldi kémiaversenyeken egyaránt. 1983-ban a szakközépiskolai igazgatók megyei munkaközösségének vezetőjévé választották. A középfokú vegyész szakképzésnek az utóbbi két évtizedben megvalósított tartalmi, strukturális korszerűsítésében jelentős részt vállalt, több új oktatási program, óratervi háló kimunkálásával bízták meg, tantervet és tankönyvet írt és

lektorált. 1991-ben sikerrel pályázott a Munkaügyi Minisztérium világbanki projektjében való részvételre, így iskolája 1993-ban elkezdhetette a „világbanki modell” bevezetését. 1991-ben beválasztották a városi önkormányzat közgyűlésének Oktatási és Nevelési Bizottságába, 1992 nyarán a polgármesteri vezetés felkérte a Hivatal Kulturális és Oktatási irodájának vezetésére. 1993-ban kiváló közigazgatási vizsgát tett, elvégezte az MKM által támogatott, az új oktatási törvények bevezetését megalapozó tanfolyamot.

1992-94 között a Debreceni MJ Város Polgármesteri Hivatal Kulturális és Oktatási irodájának vezetője, 1994 augusztusában visszakérült igazgatói munkakörbe, iskolai tevékenysége középpontjában a „világbanki modell” folyamatos kiterjesztése áll.

1994-ben bekerült az országos szakértői és vizsgáztatási névjegyzékbe, 1997/98-ban pedagógiai programszakértői, 1999/2000-ben intézményértékelési továbbképzési kurzusokat végzett.

1995-ben a Városi Diáksport Bizottság elnökévé, 1996-ban a Hajdú-Bihar Megyei Közoktatási Kuratóriumi elnökévé választják. Közreműködött a Megyei Közoktatási Fejlesztési Terv előkészítésében és véglegesítésében.

1991 óta több európai tanulmányúton is részt vett, amelyek célja az EU-államok oktatási rendszerének vizsgálata, illetve a Leonardo Program és a monitoring voltak.

Bodor Ferencné

Aémia-biológia szakos tanárnő, aki 1968 augusztusa óta dolgozik az Erzsébet Királyné Szolgáltató és Kereskedelmi Szakközép- és Szakiskolában. Kémiát és a kémiára épülő anyagismertet tanít kozmetikustanulóknak. Tanítványai évtizedek óta a legjobbak között vannak az országos szakmai versenyeken, s ma már a legismertebb kozmetikai mesterek is büszkék arra, hogy az ő tanítványai lehettek. Bodor Ferencné 2003-ban fejezi be harmadik igazgatói ciklusát, s nyugdíjba vonulással zárja aktív pedagógus pályafutását.

Eddig megjelent könyvei:

- Kozmetikus szakmai ismeret I-II. (1985,1987)
- Kozmetikus szakmai ismeret (2000)
- Kozmetikus anyagismeret (8. kiadás 1993)
- Kozmetikus anyagismeret (új, jelenleg nyomdában)

Győrfi Istvánné

Középiskolai tanári diplomáját az ELTE TTK biológia-kémia szakán szerezte 1968-ban. Diplomaszerezés után egy éven keresztül a Szent János Kórház Központi Laboratóriumában dolgozott, 1969 óta a Fővárosi Önkormányzat Somogyi Béla Utcai Általános Iskolájának tanára. 1976-tól kerületi kémia munkaközösség vezetője.

1977 óta a Tanárképző Főiskola matematika-kémia szakos hallgatóinak tanítási gyakorlat vezető tanára, 1986-tól igazgatóhelyettes.

1996-tól a Józsefvárosi Minőségbiztosítási és Ellenőrzési Programban a természettudományi team vezetője, 2001-ben a Comenius I. program tanári csoportjának vezetője lett.

Rendszeresen továbbképzzi magát, és a tapasztalatait továbbadja kerületi kolégáinak is.

Eddig megjelent publikációi:

- Természetismeret tankönyv és munkafüzet a 6. évfolyam számára (Dinasztia Kiadó, 1997)
- Amerre a Nap jár. Praktikum a 7. évfolyam számára (Dinasztia Kiadó, 1998)

Pályázatai:

- Feladatlap szerkesztése a kémia tantárgy egyes témaköreiben a 8. évfolyam számára (FPI, 1998,1999)
- Egészségtan modul a 6. évfolyam számára (Dinasztia Kiadó, 2001)

Egyéb szakmai munkái:

- 1976-tól a kerületi kémia versenyek szervezése és rendezése;
- 1996-tól a kerületi komplex természettudományi verseny szervezése és rendezése;
- 1998. Kémia 7; Kémia 8 tankönyvek lektorálása (Dinasztia Kiadó).

XX. Kémiatanári Konferencia

(Alkalmazott és kísérletező kémia a tanításban)

Eger, 2002. augusztus 21 – 24.

Szervező bizottság: Kovácsné Csányi Csilla elnök, Androsits Beáta, Hajnissné Anda Éva, Harka Katalin, Juhász Jenőné, Kocsisné Zalán Judit, Maadadiné Borbély Mária, Rácz László, Riedel Miklós, Várnai György tagok.

Az idén az Eszterházy Károly Főiskola adott helyet a jubileumi XX. Kémiatanári Konferenciának. Plenáris, szekció és poszter előadások, valamint gyakorlati foglalkozások gazdag választéka állt a közel kétszáz regisztrált résztvevő rendelkezésére.

A részletes programról, az előadások rövid összefoglalójáról egy igen igényes kiadvány jelent meg Riedel Miklós szerkesztésében. A Kémia Tanítása következő lapszámaiban az elhangzott előadások közül néhányat megjelentetünk, hogy azok a kollégák is kapjanak ízelítőt a konferencia munkájáról, akik nem lehettek ott.

Csak reméljük, hogy ez a konferencia is segít abban, hogy a kémiatanárok „jajkiáltásai” értő fülekhez eljussanak.

Várady Judit

Néhány gondolat a XX. Kémiatanári Konferenciáról

Szerkesztőségünk – a Magyar Vegyipari Szövetség lapjának szerkesztősége – úgy gondolta, hogy azokat, akik valamilyen módon felelősek a vegyipar jövőjéért, nem hagyja érintetlenül a közelgő tanévekezdés, az oktatás fontossága. Hiszen éppen a vegyiparban tevékenykedők azok, akik a legjobban tudják, milyen szakemberekre van, és lesz szükségük. Nem mindegy, milyen a tanulók viszonya a kémiához, milyen e tantárgy jövője!

Valójában ezekre a kérdésekre is ráirányította a figyelmet a XX. Kémiatanári Konferencia, ahol Szövetségünk is jelen volt. Az ország minden részéről egybegyűlt kémiatanárokat tájékoztattuk a magyar vegyipar célkitűzéseiről, a Magyar Vegyipari Szövetség oktatást segítő munkájáról, az Európai Vegyipari Tanács (CEFIC) kémiaoktatást népszerűsítő pályázatáról, a Vegyipari Múzeumban immár másodszor megrendezésre került alkímista táborról és egy, a CEFIC és a Szövetségünk által készített kisfilm-

mel próbáltuk felhívni az oktatásban részt vevők figyelmét arra, hogy kémia nélkül, a vegyipar termékei nélkül az élet ma már elképzelhetetlen.

Búcsú a kémiától?

Szükség van-e a kémiára a közoktatásban? – tette fel a kérdést Berkes Béla, a zirci II. Béla Gimnázium kémiatanára. Véleménye szerint még nem mondta ki senki, de biztosak lehetünk abban, hogy tíz éven belül eltűnik a kémia, mint közismereti tantárgy, egyszerűen azért, mert a kémiatanításban a közoktatás minden résztvevője ellenérdekel.

Az iskola számára a pénzügyi szempontok a legfontosabbak. A kémia tanítása sok pénzbe kerül: vegyszerek, eszközök, de a megfelelő végzettségű kémiatanár is. Az önkormányzatok ahelyett, hogy a fentiekre költenének, előbb-utóbb elkezdene lobbizni azért, hogy szűnjön meg ez a számukra sok kiadással járó teher.

Ellenérdekelt a tanár is. Kémiát jól tanítani munka- és időigényes. Szertárat (már ahol van) kell rendezni, kísérletet előkészíteni, modellkészletet válogatni pénzkérés helyett! Mivel a tanár illetménye akkor sem lesz nagyobb, ha nem csak egy szál krétával tartja meg a kémiaórát, csoda, hogy van még köztük, aki nem ezt teszi.

A közoktatás szereplői közül az egyetlen, akinek érdeke fűződik a kémia tantárgyhoz, a tanuló. De erről ő nem tud. Szeretne a legkisebb erőfeszítéssel bizonyítványhoz jutni, nem érdekli a kísérlet, a molekulamodellezés, ha érdekelné a kémia, akkor sem vallaná be, nehogy kiközösítsék az osztályból. Anyukák, apukák sem igen szerették, miért szeresse meg a gyermek?

Sajnos a döntéseket nem azok hozzák, akik elkötelezettek a kémia iránt, akik tisztában vannak a gazdasági szerepével, fontosságával, hanem a szülők, az önkormányzatok, a minisztériumi tantervkészítők. Ha a hátralévő néhány évben nem akarjuk újabb nemzedékkel meggyűlöltetni ezt a tantárgyat, sürgősen át kell alakítani a tanterveket a mai, az ipari igényeknek megfelelően – hangsúlyozta az előadó.

Kísérletezve tanítani

Sok neves személy tisztelte meg a XX. Kémiatanári Konferenciát. Három napon keresztül egyetemi tanárok, vegyipari vállalatvezetők, kutatók, mérnökök szánták rá idejüket az érdekes, változatos előadások megtartására az egri Eszterházy Károly Főiskola falai között.

A Magyar Kémikusok Egyesülete (MKE) által megrendezésre került akkreditált továbbképzés, a kiállított segédanyagok, a bemutatott könyvjutalások, vállalati ismertető, a „fenntarthatóság” szintjeinek és útjainak megismertetése, a legújabb kutatási eredményekről nyújtott tájékoztatók arról győzték meg a hallgatóságot, hogy a kémiaoktatáson változtatni kell, hogy ezt a tantárgyat meg kell szeretetni a fiatalokkal.

Kovácsné Csányi Csilla, a Fővárosi Pedagógiai Intézet szaktanácsadója, a szervező bizottság elnöke lapunknak adott értékelésében elmondta, az utolsó napon készítettek egy hallgatói felmérést, amelyben a résztvevők a különböző kérdésekre adott válaszokban összefog-

lalták észrevételeiket, kifejezték elégedettségüket. A konferencia sikeres volt.

Külön kiemelte Ambrus Gyuláné, a Készenléti Rendőrség Tűzszerész Szolgálat hadnagyának előadását, amely a veszélyekre is felhívta a figyelmet. A fiatalok kíváncsiságából, csínytevésből, vandalizmusból és bosszúból fakadó robbanóanyag-gyártása során gyakran igen súlyos balesetek történnek. Felhívta a figyelmet a kísérletezve tanítás fontosságára, ellenőrizhetőségére, és a veszélyekre is.

Az elhangzott előadásokról, azok összefoglalójáról az MKE kiadásában megjelent könyv minden bizonnyal hozzájárul a kémia imázsának jobbításához, a kémia tanításának feltétlen és sürgős, az ipar igényeinek is megfelelő változtatásához.

A Richter Gedeon Vegyészeti Gyár Rt. 1999-ben díjat alapított általános-, közép- és szakközépiskolai tanárok részére, hogy támogassa és erősítse a kémia színvonalas iskolai oktatását. A Richter Gedeon Alapítvány a Magyar Kémia Oktatásért kuratóriuma azokat díjazza, akik több éve elismerten a legtöbbet teszik a kémia iránti érdeklődés felkeltése és a kémia megszerettetése érdekében, és akiknek tanítványai a hazai és nemzetközi kémiai jellegű tanulmányi versenyek valamelyikén az utóbbi években díjazottak voltak. A Kémia Oktatásért díjat eddig 12 tanár nyerte el.

Az Alapítvány 2002-ben is kiírta a pályázatot. A díjazandó tanárok személyére javaslatot nyújthatnak be a szakmai és társadalmi szervezetek, a javasolt tanár személyét ismerő kollégák, tanítványok. Az ajánlásoknak tartalmazniuk kell a javasolt személy szakmai jellemzését, különös tekintettel azokra a szempontokra, amelyek alapján a díjra érdemesnek tartják. A legfeljebb egy oldalas javaslatokat legkésőbb szeptember hatodikáig az Alapítvány címére kell eljuttatni. (Richter Gedeon Alapítvány a Magyar Kémia Oktatásért, 1475, Budapest, Pf. 27.) A díjak átadására szeptember utolsó hetében kerül sor. Szövetségünk, egyetértésben a Magyar Vegyészeti Múzeummal, az alkímista tábor vezetésében és a kémia tanításában már érdemeket szerzett Kapocsi Margitot, a Székesfehérvári Cisztercita Gimnázium kémiatanárát javasolta a díjra érdemesnek.

Rátz Tanár Úr Életmű-díj hat középiskolai tanárnak

A mai napon immáron második alkalommal veheti át ünnepélyes keretek között a Rátz Tanár Úr Életműdíjat hat középiskolai tanár a pályafutása során nyújtott kiemelkedő teljesítményéért. A Graphisoft R&D Rt., az Ericsson Magyarország Kft, valamint a Richter Gedeon Rt. által létrehozott Alapítvány a Magyar Természettudományos Oktatásért kuratóriuma évente ítéli oda a díjat összesen 6 millió forint értékben. Az Alapítvány díjazottjai azok a középiskolai tanárok, akik az alapítók tevékenységi köréhez szorosan kapcsolódó magyarországi matematika-, fizika- és kémiaoktatásban kimagasló szerepet töltenek be e tantárgyak népszerűsítésében és a tehetséggondozásban.

Az Alapítvány a Magyar Természettudományos Oktatásért célja, hogy a Rátz Tanár Úr Életmű-díjjal tisztelettel adózzon azon pedagógusok előtt, akik áldozatos szakmai munkájuk révén kiemelkedő eredménnyel képzik a jövő tehetségeit. Az alapítványt létrehozó három nagyvállalat életmű-díjjal kíván hozzájárulni a magyarországi természettudományos oktatásban végzett tanári munka rangjának, erkölcsi és anyagi megbecsülésének növeléséhez. Az alapítvány céljainak megtartásáról három főből álló kuratórium gondoskodik, amely 2001 második félévétől kezdve évente ítéli oda az egyenként 1 millió forint összegű Rátz Tanár Úr Életmű díjat két matematika, két fizika- és két kémiatanárnak. A kuratórium elnöke Kroó Norbert, a Magyar Tudományos Akadémia főtitkára.

A 2002-es év díjazottjai:

Matematika: **Reiman István és Pálmai Lóránt**
Fizika: **Dr. Kopcsa József és Nagy Márton**
Kémia: **Szabó Lászlóné Hoffmann Ilona és Dr. Harka Katalin**

Szabó Lászlóné Hoffmann Ilona 1962-ben az ELTE TTK kémia-fizika szakán diplomázott, majd 1967-ben a BME Vegyész Karán műszeres analitikai szakmérnöki oklevelet szerzett. Négy évtizedes tanári és vezetői tevékenységét – két év kivételével – a Petrik Lajos Vegyipari, Környezetvédelmi és Informatikai Szakközépiskolában végezte.

1964 és 1974 között az Iskolatelevízió külső munkatársaként kémia műsorokat írt és szerkesztett, melyekben előadóként is közreműködött. Éveken keresztül vezetett iskolájában tehetséggondozó szakköröket, majd iskolaigazgatói éve alatt is minden eszközzel támogatta a versenyzők kiválasztását, felkészítését és versenyzését. Tanítványai kiváló eredménnyel szerepeltek a hazai és nemzetközi versenyeken (Irinyi János Kémia Verseny, OKTV, OSZTV, nemzetközi kémiai Grand Prixe, Nemzetközi Informatikai Diákolimpia).

Három éven keresztül az ELTE külső vezető tanáraként, majd a BME Pedagógiai Intézetének külső előadójaként tevékenykedett. Nevéhez fűződik 23 tankönyv megírása és 3 szerkesztése, 15 tanterv készítésében és az érettségi követelmények kidolgozásában is aktívan részt vett. Több cikke jelent meg a Szakoktatásban, A Kémia Tanításában és a Középiskolai Kémiai Lapokban. Vezető szerepet játszott a világbanki iskolák programjainak kidolgozásában, a minőségbiztosítás bevezetésében, az akkreditált felsőfokú képzés szakmai programjának kimunkálásában.

Dr. Harka Katalin 1945. március 14-én született Dunaszerdahelyen. Tanulmányait az I. László Gimnáziumban, majd az ELTE Természettudományi Karán kémia-fizika szakon végezte, ahol 1969-ben szerzett diplomát. Tanári pályafutását a Steinmetz Miklós Gimnáziumban

(ma Hunyadi Mátyás Gimnázium) kezdte, ahol jelenleg is dolgozik, ezenkívül oktat a XVIII. Kerületi Dolgozók Gimnáziumának esti és levelező tagozatán. Az 1970-es években részt vett a gimnáziumban folyó módszertani kutatásban, melynek témája az általános és középfokú oktatásban alkalmazható félmikro kémiai kísérletek voltak. 1976 szeptemberében bekapcsolódott az ELTE Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszékén folyó kutatómunkába, melynek eredményeként hét tudományos publikációja jelent meg, majd 1978-ban megvédte doktori disszertációját.

1983-1988 között a Magyar Kémikusok Egyesülete Kémiantanári Szakosztálya, majd az Oktatási Bizottság titkára.

1988-tól tagja az Irinyi János Kémia Verseny előkészítő bizottságának, részt vesz a feladatsorok elkészítésében és a háromfordulós verseny lebonyolításában.

Az Oktatási Minisztérium megbízásából a kémia érettségi vizsga általános követelményeinek meghatározásán dolgozott, lektorálta az átdolgozott általános és részletes érettségi követelményeket is.

Több kémia és fizika könyvet lektorált, véleményezett, konferencia kiadványokat szerkesztett. Szaktanácsadóként segíti a fővárosi pedagógusok továbbképzését, a szaktárgyi, mérések feladatlapjainak készítését, lektorálását és az eredmények értékelését.

Várady Judit

Tudás alapú társadalom sötét pontokkal

Tavaly augusztusban pusztított Európa-szerte az elmúlt évszázad legnagyobb árvize. Az emberi élet és a lakóházak mentése közben szerencsére kevés szó esett a vegyipari károkról. (A híradások Németország egyik vegyipari gyárát, valamint a csehországi Neratovicében működő PVC- és alfa-olefingyárat említették. Ez utóbbiban súlyos károk keletkeztek.) Annál több szó esett az árvizet kiváltó tényezőkről, a globális felmelegedésről, az erdők eszeveszett pusztításáról, az erdőtüzekről és a vegyipar okozta kibocsátások ártalmairól, amelyek a természettudósok szerint bizony előre láthatók. Miközben azonban a tapasztalt tudósok egymással is vitatkoznak a jövő kérdéseiben, figyelemre méltó, hogy egy Európai Unióban történt felmérés eredménye szerint az emberek jelentős része – megkérdezettek több mint fele – az árvíz bekövetkeztét a csillagokból is kiolvashatónak vélte.

Mit mutatnak a felmérések?

Afentiekkel összefüggő izgalmas kérdés: milyen képet alkotnak Európa polgárai a természettudományokról és a technikáról ebben a gyorsan változó környezetben, kíméletlen versenyben. Az *Euróbarométer* által összeállított kérdésekre adott válaszok tanulságai között talán a legérdekesebb, hogy a fiatalok elfordulnak a természettudományoktól, folyamatosan csökken az e szakokon továbbtanulók száma. Az okokkal függött össze Marx György professzor nyilatkozata, miszerint a mai fizika-érettségi tételeknek közel a harmadát a 19. század elején élt fiatalok is meg tudták volna válaszolni. Nem sok idő juthat az iskolákban korunk izgalmas újdonságainak magyarázatára. Az eredmény több mint aggasztó, amint azt a feltett kérdésekre adott válaszok tükrözik: *15-24 éves fiatalok háromnegyede szerint éltek már emberi lények a dinoszauruszok korában- és azt is hasonló arányban hiszik, hogy a radioaktív tej biztonságosan fogyasztható a forralás után.*

Éppen e sorok írása közben hallottam a hírt, mely szerint az oktatási tárca államtitkára elfogadhatatlannak tartja, hogy az ez évi egyetemi felvételi vizsgapontok határa a természettudományi karokon hatvan pont volt, amely kettes, jobb esetben hármas osztályzatnak felel meg.

A tanuló fiatalok nem találják elég érdekesnek a természettudományokkal – a kémiával – foglalkozó tanórákat. Majdnem hatvan százalék úgy véli, hogy ezek a tárgyak túlságosan nehezek, érthetetlenek.

Valóban szükséges tudás az, amit a mai tananyag megkövetel?

A közelmúltban készült egy jelentés (PISA jelentés), amely harmincegy OECD országban vizsgálta a gyerekek teljesítményét. Többek között azt firtatták, hogy a mai 15-16 évesek mennyire tudják majd megállni helyüket az életben, mint állampolgárok, képesek lesznek-e egy életen át új ismereteket befogadni és azokat alkalmazni. A jelentés legfontosabb tanulsága, hogy a feltárt problémákra az oktatás nem ad választ, megoldást. A vizsgálat rangsorolásában mi, magyarok a huszonharmadik helyen állunk. Ha az oktatási rendszer nem követi a követelmények rohamos változását, akkor a régi típusú tudástartalmakra csak egyre újabb elemek halmozódnak, a gyerekeket egyre nagyobb, kétséges eredményekkel járó terhelésnek tesszük ki.

Mi lenne a járható út?

Az Európai Unió vezetői nagyon komolyan veszik, hogy a gazdasági versenyben alapvető helyet kell juttatni a tudásnak, a tudományos újdonságoknak. A jövőre induló kutatási-fejlesztési keretprogram négy évre szóló 17,5 milliárd eurós költségvetése (kb. 4200 milliárd forint) az EU-s költségvetésnek 3,9 százaléka. Az új keretprogram kiemelt témái az információs társadalom létrejöttét megalapozó technológiák kutatásai, az egészséget szolgáló genetikai és biotechnológiai, a fenntartható fejlődés megvalósítása, valamint a globális változások, a felmelegedés, az energetika irányába mutató kutatások. Bölcsen összeválogatott témák, amelyben már mi magyarok is részt vehetünk. Ahhoz azonban, hogy az eredményeket majd gyorsan lehessen hasznosítani, annak piacot teremteni,

elsősorban szakmai tudással rendelkező fiatalokra lesz szükség. Ebben azonban sajnálatosan lemaradtunk. A tíz szakmából összeállított rangsorban a tudós, a műszaki ember, a mérnök meglehetősen hátul kullog.

A fenti tényekhez hadd szolgáljak saját tapasztalatommal és gondolataimmal is. A minap unokáimmal meglátogattam a Csodák Palotáját. Már a belépés is megdöbbentő volt, hiszen négy fő részére több mint kettőezer forintot kellett fizetni. Reméltem, hogy a látvány pótol, de nagyot kellett csalódnom. A néhány játékosan kiállított tárgy piszkos, lepusztult. A magyarázó feliratok aligha keltik fel a gyerekek érdeklődését, leginkább a falmászás, a holdjáró mozgás érdekelte őket. A fizika-teremben bemutatott kísérletek sem ébresztették fel a kíváncsiságot, és az általam megkérdezett gyerekek között nem találtam egyet sem, aki azt mondta volna: na, hát, ez nagyon érdekes volt számomra!

A kezdeményezés tiszteletreméltó, de valami mégis jöl. Eszembe jutott a várapalotai alkímista táborból az egyik gyermek véleménye, aki azt mondta: a kémiát ugyan még nem sikerült megszeretnem, de már nincs olyan rossz véleményem róla. A táborban látottak és meg tapasztaltak, a kísérletezések a résztvevőkben már elültették a magot, akik utálták a kémiát, úgy mentek haza, hogy kilátásba helyezték, jövőre talán megszeretik.

Magyarországon egyedülállóan Európában működik Vegyészeti Múzeum. Messze van a fővárostól, csak kevesek jutnak el ide, még kevesebben a nyári alkímista táborba. Budapesten, (ahol a szakmák oktatásának széles köre működik) nincs lehetőség e tárgy megszerettetésére, mert az iskolai reformokkal a kémia oktatása szenvedte el a legnagyobb óraszámvesztést. Ma a hetedik osztályban csak heti egy, a nyolcadikban heti másfél, a tizedik osztályban pedig heti két órát tanulnak a diákok. A szervetlen kémia oktatása szinte egészen kimarad. Ugyanakkor ma minden szakember azt hangsúlyozza, hogy a környezetvédelem, az orvostudomány, az informatika, a világűr kutatás nem lehet meg az új anyagok kifejlesztése, a kémiai ismeretek léte nélkül.

Hosszasan gondolkodtam, hogyan lehetne kompenzálni az óraszám-csökkenést, mit lehetne tenni azért, hogy a gyerekek megszeressék a kémiát.

A Csodák Palotájában tett látogatás arról győzött meg, hogy a vegyiparnak is tennie kellene a fentiekért. A fővárosban kellene létrehozni egy a Vegyipari Múzeum alkimista táborához hasonló állandó lehetőséget, ahol a gyerekek felügyelet mellett kísérletezhetnének, ahol mintegy játszóházban megismerhetnék a kémia csodáit, ahol az egyetemi hallgatók segítségét is fel-

használva érthető és barátságos tudománnyá válhatna a kamaszodó gyerekek szemében a kémia. Tudom, ez nagy feladat, sok pénz, de azt is hiszem, hogy megtérülne.

Gondolatébresztőnek szánt soraim, remélem meggyőzik a leírtak fontosságáról olvasóinkat, és megerősítenek abban, hogy egész világunk tulajdonképpen szerves egészet képez. Ahhoz azonban, hogy ebben boldogulni is tudjunk, meg kell szeretetnünk a felnövekvőkkel is bizonyos alapvető kémiai összefüggéseket, ismereteket, és ez a mi felelősségünk.

„Legyél te is felfedező”

Kémia tanulókísérleti eszközkészlet minden iskolatípusra, minden korosztálynak

Tartalma: speciális hő, saválló, színtartó „csempék”, multifunkcionális üvegeszközök stb. és Receptfüzet, a több mint **100** gyors, látványos, anyagtakarékos, **balesetveszélymentes kísérlet** elvégzéséhez. (A kísérletek lefedik a teljes általános, és középiskolai tananyagot.)

Felhasználható*: akár minden egyes kémiaórán, minden iskolatípusban, továbbá a biológia, fizika, környezetismeret tantárgyak egyes témaköreinél.

Előnye:

- könnyű kezelhetőség (gyors előkészítés, és csupán hideg vizes mosogatás);
- a hagyományos anyagmennyiség századát használja, ezért **környezetkímélő**;
- az új kísérleti körülmények miatt új „felfedezések” lehetőségek;

– olcsó, mert rendkívül anyagtakarékos, nem igényel szaktantermet, de még folyóvizet sem.

Ára: 250 – 350 ezer Ft / iskola (Ezért a pénzért minden gyerek kísérletezhet!) Minden iskola számára **egyedi költségvetés** készül (a pontos ár az iskola típusa, a tanulói létszám, és a szertár jelenlegi felszereltségének a függvénye!)

Szállítás: A megrendeléstől számított 30 napon belül.

Gyártó és forgalmazó: Fodor Erika kémia vezető tanár, OM, Köznevelési szakértő; tel./fax: 06-1-2137338

email: efodor@mail.datanet.hu

<http://www.legyelteiselfedezo.ini.hu>

A kísérletek tanórai szituációban három budapesti bemutató iskolában is megtekinthetők.

* Workshop megrendelhető, itt a tanárok nemcsak megtekinthetik a „dobozt”, hanem maguk is elvégezhetnek 20 újszerű, látványos kísérletet.

Új tankönyvek a 2003/2004-es tanévre

A természetről tizenéveseknek tankönyvcsalád

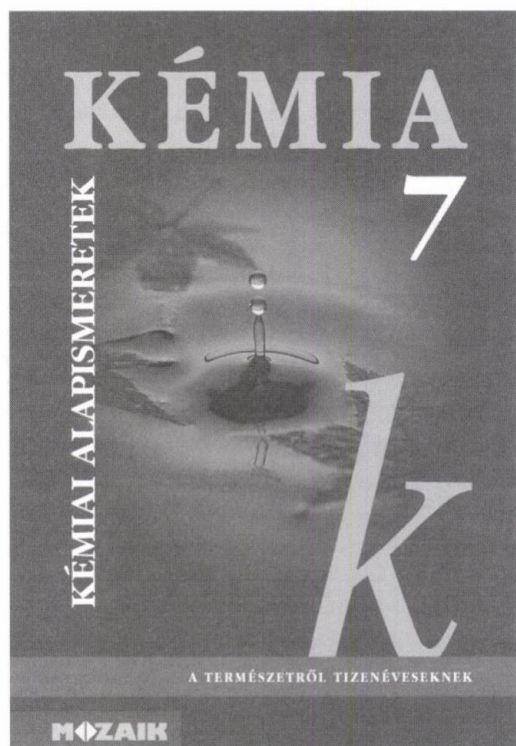
Kémia 7. tankönyv

(Sz.: Dr. Siposné dr. Kedves Éva, Péntek Lászlóné, Horváth Balázs)

A MOZAIK kiadó gondozásában megjelent négy kötetből álló kémia tankönyvsorozat a kerettantervnek megfelelően, lineáris tananyag-elrendezésben tartalmazza a középfokú kémiaoktatás művelődési anyagát. Ez a könyv a sorozat első tagja, egyben része a kiadó A természetről tizenéveseknek kiadott tankönyvcsaládjának, amely a lehetőségeket maximálisan felhasználva hangolta össze a természettudományos tantárgyakban tanításra megjelölt ismereteket. Mivel a Nemzeti Alaptanterv kétévenként jelölte meg az elsajátítandó ismeretek körét, ezért a tankönyvszerzők e határon belül belátásuk alapján dolgozhatták fel az egyes fogalmak körét. A kerettanterv bizonyos tartalmak megtanítását adott évfolyamok számára rögzítette, míg más tanítási egységek helyét jelenleg is megválaszthatóan hagyta. Ezért szükségessé vált a 7.-es kémia tankönyv kiegészítése, és ezzel egyidőben bizonyos tanítási egységek magasabb évfolyamokba történő át helyezése.

A 2003-ban megjelenő tankönyvjegyzékbe javasolt Kémia 7. tankönyv, megtartva a megelőző tanterv értékeit, a tankönyv eddigi feldolgozásmódját, abban tér el az előző kiadásoktól, hogy kiegészítésként tartalmazza a kerettantervben szereplő valamennyi megtanítandó fogalmat és témakört, szemléletmódja, eszközrend-

szere megfelel a megfogalmazott nevelési és fejlesztési követelményeknek. A kerettanterv alapján a 7. és 8. évfolyamon elhelyezhető ismeretek közül változatlanul a Kémia 7. tankönyvben található a Környezetünk néhány fontos anyaga c. fejezet. Ezt az a tény indokolja, hogy a 8. évfolyamra megfogalmazott tantervi követelmények a biztosított óraszám mellett az ott feladat-



ként megjelölt követelmények teljesítése szempontjából jobban terhelné a tanulókat. E témakörben a 8. évfolyamban sem lenne indokolt a tartalom részletesebb bemutatása.

A 7. osztályos tankönyv a kémiai alapismereteket tartalmazza, a kémiai közműveltség alapjainak lerakását kívánja szolgálni. Olyan tudományosan megalapozott, korszerű, a tanulók szellemi szintjéhez, teljesítőképeségéhez, teherbírásához igazodó ismereteket dolgoz fel, amelyek segítségével a tanulók jobban megismerik a környezetükben megjelenő és mindennapi tevékenységükben felhasználásra kerülő anyagok kémiai tulajdonságait, azok hatásait, a kémiai jelenségeket, és azok összefüggéseinek megértésével segíti őket a kémiai anyagok tudatos felhasználásában.

A tankönyv tartalmában és feldolgozásmódjában épít a tanulók előző ismereteire, figyelembe veszi a párhuzamosan tanított tantárgyak

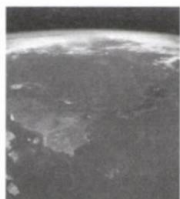
tartalmát, és megalapozza a későbbi években megtanításra kerülő alapvető kémiai ismereteket is.

A tankönyvben a megfigyelésekre, közvetlen tapasztalatokra épített szakmai tartalom mellett hangsúlyozottan jelenik meg a kémiai tudományok eredményeinek mindennapi életünkben betöltött szerepe, jelentősége.

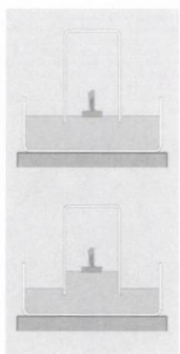
A megtanulandó ismeretanyag a meghatározott tantervi követelmények figyelembe vételével olyan részletességgel került feldolgozásra, amely minden ember számára szükséges ahhoz, hogy megértse a környezetében megfigyelhető kémiai változásokat, és képes legyen arra, hogy egészségét megőrizve éljen, és a mindenkori számára szabadon megvásárolható nagyszámú, sokszor jelentős biológiai hatással is rendelkező kémiai anyagokat használni tudja.

A tankönyv megfogalmazásával, a tartalom szemléletmódjával kíván hozzájárulni a tanulók

28 KÉMIAI ALAPISMERETEK



28.1. A Földet felzárkótló töviskőbe egy ritkuló levegőteg veszi körül



28.2. A környezetből elzárt égő gyertya elalszik, a meleg víz zavaros lesz, szinte megemelkedik

A LEVEGŐ ÖSSZETÉTELE

A bennünket körülvevő levegő láthatatlan, jelenlétét csak szélben érezzük, mégis szinte mindenben befolyásolja életünket. Belélegezzük gázait, amelyek életben tartanak. Lehetővé teszik a tüzelőanyagok égését. Részecskéinek rezgésével közvetíti a hangokat. Bizonyos rétegek megóvnak minket a Nap káros sugárzásaitól.

A levegő összetételét egyszerű kísérlettel vizsgálhatjuk.

Többünk levegőbe kb. 6–8 cm vastag rétegben meszes vizet! Ezután helyezzük a földet, fehérrézre egy lapos parafadugó, amelyre gyertya-odúkat 2–3 cm magán gyertyát rögzítünk. Figyéljük meg a gyertyát, és borsuk le egy üveghengerrel! Figyéljük meg a változásokat!

Üveghidra órában meszes víz fehérréz parafadugóra erősített gyertyát tektük. A gyertyát meggyújtottuk és üveghengerrel elzártuk környezetétől. Az égő gyertya hamarosan elalszik. Az üveghengerben a meszes víz zavaros lesz, szinte megemelkedett. A levegő térfogata annyival csökken, amennyi oxigén elhasznált a gyertya égése. A levegő térfogatának rögzített része nitrogén. Az égés nem tápláló anyagból rész nitrogént tartalmaz. Az égéskor szén-dioxid keletkezik, amely kőszénhidrába lépni a meszes vízzel, ezért a meszes víz fehérré szívné, zavarossá válik.

A levegő összetett anyag, különböző gázok keveréke. Fő alkotórészei a nitrogén és az oxigén. Kiseb mennyiségben állandó alkotórészei: a szén-dioxid-gáz, a vízpára, a por, a korom és a nemesgázok is. Ezek mennyisége összesen kb. 1%.

A levegő alkotórészei	Mennyiségük 100 cm ³ levegőben (cm ³ -ben megadva)
nitrogén	78,08
oxigén	20,95
szén-dioxid	0,033
argon	0,93
neon	0,0018
kripton	0,00011
xenon	0,00009
hidrogén	0,00072

A LEVEGŐ ÖSSZETÉTELE 29

A levegő tulajdonságai az alkotó gázok sajátosságaiból adódnak.

Tiszta állapotban színtelen, szagtalan. Vízzel keverve oldódik. Összetételét körül az oxigén jobban oldódik a vízben, mint a nitrogén. Ennek a vízben oldott oxigénnek nagy jelentősége van a vízben élő állatok és növények számára.

A légzés (a növények, az állatok anyagcsereje), a vulkáni működések, az erjedés folyamata természetesen módon juttatja a légkörbe a szén-dioxidot. Ez a színtelen, szagtalan, a levegőnél nehezebb gáz 1%-os töménységben még nem ártalmas. Alább az esetben, ha a levegő 8% szén-dioxidot tartalmaz, fulladást okoz.

A zárt helyen tartózkodó emberek légzése következtében a helyiség levegőjének oxigéntartalma csökken, szén-dioxid-tartalma viszont növekszik. Ez szédülést, fejfájást, rosszullétet okozhat. Ezért kell szellőztetéssel gyakran kicserélni az elhasznált levegőt.

A levegő szén-dioxid-tartalma – a levegőnél nagyobb sűrűsége miatt – a mélyebb helyeken halmozódik fel. A must erjedésekor szén-dioxid keletkezik. Ilyenkor a borospincebe alacsonyban tartott égő gyertyával kell lementeni. Ha a gyertya elalszik, akkor csak erős szellőztetés után vagy légzőkészülékkel szabad a helyiségre menni!

Nagy mennyiségű szén-dioxid keletkezik a fa, a szén, a kőolaj, a földgáz és más tüzelőanyagok elégetésekor. Annak ellenére, hogy az előbb felsoroltak mellett sok más folyamat is fogyasztja az oxigént, a levegő oxigén- és szén-dioxid-tartalmának aránya közel állandó. Ez a növényzetnek köszönhető. A növények ugyanis a zöld színezőanyag segítségével – a napfény energiáját felhasználva – szén-dioxidból és vízből szerves anyagokat „készítenek”, miközben oxigén válik szabadra. Ez a folyamat a **fotoszintézis**. Növények a növények is oxigént használnak el, és szén-dioxidot lélegeznek ki.

Az oxigénszint fenntartásában az összefüggő erdős területek, elsősorban a trópusi esőerdők játszanak fontos szerepet. Ezért is veszélyeztetni az élővilág jövőjét, hogy gazdasági okok miatt évente kétszer akkora trópusi erdőterületet pusztítanak ki, mint Magyarországon területet.



29.1. A vízben oldott oxigén nélkül a halak elpusztulnának



29.2. A szén-dioxid a mélyebb helyeken halmozódik fel



29.3. Az őserdők zöld növényzete Földünk „szíve”

személyiségének formálásához, egységes természetszemléletük megalapozásához, egyéni képességeik felismertetéséhez és fejlesztéséhez, a természettudományok iránti érdeklődés és az önművelési igény felkeltéséhez. A tankönyvben található számos leírás, ábra és kép segítségével kívánják a szerzők elérni, hogy a kémia tanulósa alakítson ki felelősségteljes tudást az élő környezet megóvása és az egészséges életmód megvalósítása érdekében.

A tankönyv tartalmával és szemléltető anyagaival, szerkesztésmódjával igyekszik megteremteni a feltételeket ahhoz, hogy a tanulók minél kevesebb nehézség árán szerezzék meg ismereteiket és a természettudományos szemléletmódot. A viszonylag rövid tanítási egységek, a számos kísérlet színhű fényképe, az esztétikusság, az illusztrációk minőségi kivitelezése az alkalmazott jelrendszer, a jó áttekinthetőség a fenti célt szolgálja. A tankönyv gazdagon illusztrált. Sok a fénykép,

rajz, táblázat, amelyeken kívül több autentikus szöveg is található, ezek mind az ismeretszerzési folyamat hatékonyságát növelik.

Az ismeretanyag leírását magukba foglaló szövegek, definíciók, képek, grafikonok, modellek fényképei a tankönyv lapjain két hasábra elrendezetten helyezkednek el.

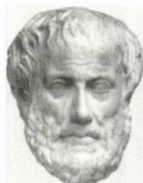
A tankönyvben tartalmában és funkciójában eltérő szövegrészek jól elkülönülnek egymástól. A minden tanuló számára megtanulandó ismeretek a tankönyv gerincvonala mentén, a belső oszlopban találhatók. Az alkalmazott betűk mérete, vastagsága és az esetenként található színes sávok és aláfestések elősegítik a tanulók differenciált foglalkoztatását. Eltérő színes aláfestéssel kerültek nyomtatásra a kérdések, az olvasmányok, az érdekességek és az összefoglaló órák anyagrészei.

A tankönyv lapszélein levő sávokban helyezkednek el az ábrák. Az ábraanyag rendkívül

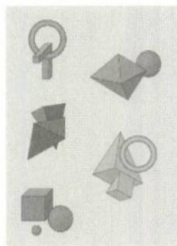
100 REPILLANTÁS A RÉSZESKÉK VILÁGÁBA



100.1. Demokritoszról emléket állító görög pénzérmé



100.2. Arisztotelész (Kr. e. 384–322) görög természettudós, tudós, orvos



100.3. A Demokritoszi atomok

AZ ATOMOK ÉS AZ ELEMÉK

A természet változása sokszínűsége már az ókor embereit is lenyűgözte. Ezzel együtt kezdett megfigyelni, hogy az anyagok változnak, átalakulnak. Keresni a jelenségek magyarázatát.

Már a görög filozófusok is foglalkoztak az a kérdés, hogy az anyag összefügg-e, vagy apró részecskékből épül fel.

Demokritosz görög filozófus. Kr. e. az V. században élt. Tanította, hogy a testek kacsány, tovább nem osztható részecskékből állnak. (A görög atomos szó osztathatlant jelent.) Az atomok különböző tömegűek és alakúak, különböző sebességgel mozognak, összekapcsolódnak és szétválnak. Összekapcsolódásuk, elrendeződésük sokfélesége okozza a természet anyagának változatosságát.

A kémiai atomelmélet alapjait John Dalton angol természettudós teremtette meg a XIX. század elején.

A görög filozófusoktól napjainkig számos elgondolás és kísérleti eredmény alapján különféle atommodelleket készítették a tudósok.

Modelleket készítenek olyan dolgokkal kapcsolatban alkotnak meg a kutatók, amelyeket közvetlenül nem tudnak megfigyelni. A mikroszkóppal már meg nem figyelhető anyagi világ is ide tartozik. Azokból a tulajdonságokból, jelenségekből, amelyeket az anyag mutat, megpróbálnak következtetni arra, milyen is lehet egy-egy részecske. Egy-egy kísérleti eredmény lehetővé teszi az anyag szerkezetének egyre pontosabb megismerését. Tanulmányaink során ezeknek a kutatásoknak eredményeit ismertetjük meg.

Az anyagok atomokból épülnek fel. Az atomok rendkívül kicsi részecskék.

A következők hasonlatok segítségével abban, hogy elképzelésünk legyen az atomok méretéről.

Az atomok átmérője kb. egy tízmilliomod milliméter. Képzéljük el, hogy ha tízmillió szénatomot sorosan egymás mellé helyezzünk, akkor kb. egy milliméter hosszú láncot kapunk. (Tízmillióig elszámolni csaknem négy hónapig tartana, ha éjjel-nappal egy-folytában számolnánk.)

AZ ATOMOK ÉS AZ ELEMÉK 101

A tenyerünkbe könnyen befér 32 g kén. Ebben annyi kénatom van, hogy ha gondolatban minden egyes kénatomot homokszemmé növelnénk, akkor ennyi homokból egy Himalája nagyságú hegyesíget lehetne felépíteni.

Az atomok számtelenül kicsinyek, a legvalószínűsábról módon kapcsolódhatnak egymáshoz. Összetételük szerint a legegyszerűbb anyagok az elemek. A vasat csak vasatomok, a kén csak kénatomok építik fel.

Az elemek azonos atomokból felépülő egyszerű anyagok.

Már az alkímisták is használtak jeleket az anyagok nevének leírására helyett. Ezzel az volt a céljuk, hogy feljegyzéseiket csak a beavatottak értsék, másrészt, hogy jobban tudjanak tájékozódni az anyagok között.

A mai jelrendszer bevezetése Berzelius svéd tudós nevéhez fűződik (1814). Minden elemnek nemzetközileg elfogadott jele van, így a világ bármely országában tudunk „beszélni” a kémia nyelvén.

Vigyél az elem latin vagy görög nevének rövidítésére. Alakítsd a tudományos név első nagybetűjét használnak vegyjelként. A hidrogén vegyjele H, az oxigéné O, a nitrogéné N. Ha az első betű több elemnél azonos, akkor nemzetközi megállapodás szerint



101.2. Alkímista szimbólumok



101.1. John Dalton (1766–1844), angol természettudós. 1808-ban közzétett elméletében lényegében a demokritoszi elképzelést fejlesztette tovább. Kifejtette, hogy az atomok között ható vonzóerő anyagonként változik, és az anyagok halmazállapota az atomok közötti távolságtól függ. Ő készítette az első atomszimbiát, (A hidrogén vette alapul.) Bár az atomok oszthatatlanságáról vallott elgondolása a XX. sz. elején megdőlt, ez semmi nem von le az érdemeiből. Elméletét elősegítette a kémia tudományának kialakulását



101.3. Az elemek (Hidrogén, az any (Nagy) és a lény (a harmadik figura) alkímista jelölése

gazdag és sokszínű. Tartalmazza a bemutatásra szánt anyagok és kísérletek színes fényképeit. A fentieken kívül ide kerültek elhelyezésre a modellek fényképei, a megértést elősegítő grafikonok, táblázatok, kiemelkedő kutatók arcképei, a tanulók képzeletének formálását szolgáló rajzok, esetenként a témával összefüggő, a természetes és az épített környezetben, valamint a kultúrtörténeti értékekről készített fényképek is.

A szaktanárok munkájához, továbbá az érdeklődő tanulók tájékoztatására minden kísérlet leírása apró betűvel szedve, bíbor színű csikkal megjelölve található a tankönyvben.

A szerzők, mivel tankönyveikkel, munkafüzetekkel és az egyéb megjelent segédletekkel részt kívánnak venni a tehetséggondozásban is, ezért a tanár kollégákra bízák azt, hogy az oktatási kormányzat által meghatározott követelményrendszert meghaladó ismeretek közül mely részleteket kívánják megtanítani, és melyek lesznek azok, amelyeket tanulói számára olvasmányként ajánlanak.

A tankönyv és a hozzá tartozó munkafüzet feladatai különféle módszertani eszközökkel munkáltatják a tanulókat. A nagyon változatosan megfogalmazott kérdések között van kiegészítendő-, táblázatos-, kiválasztós, állításokat ki-kereső, csoportosító, eszközfelismerő, diagramrajzoló és -kiegészítő, munkáltató stb. feladat is. A kerettantervnek megfelelően, az ismeretanyagban nagy hangsúllyal szerepelnek a tananyag elsajátítását segítő kísérletek és elemzéseik. Mérő, adatgyűjtő és munkáltató feladatok is találhatóak a munkafüzetben. A számos, gyakorlati életből vett kérdés mellett a feladatok egy része az internet, a táblázatok és a lexikonok használatára ösztönzik a tanulókat. Fontosságának megfelelően a munkafüzetben is kiemelten szerepel a környezetvédelem. Több tanítási egység esetében a környezeti problémák felvázolá-

sa után megfigyeltetéssel, azok értékelésével és egyszerű gazdaságossági számításokkal a természet erőforrásaival való ésszerű takarékoság szükségességéről kívánják a szerzők meggyőzni a tanulókat. A tankönyvek a „Gondolkozz globálisan, cselekedj lokálisan!” alapelv szellemében tartalmazzák az adott témák kapcsán a vonatkozó ismereteket. A tantárgy sajátosságait figyelembe véve különösen nagy hangsúlyt helyeztek a szerzők az egészséges életmódra nevelés kérdéseire. A fentiek mellett igyekeztek minden lehetőséget felhasználni arra, hogy a megtanulandó kémiai ismeretek és a mindennapi élet kapcsolatát, jelentőségét bemutassák.

A szerzők remélik, hogy a kémia tantárgy tankönyveikben megfogalmazott tartalma hozzájárul ahhoz, hogy e tárgyi ismeretek birtokában felnövő fiatalok, felnőttként ésszerűen és előrelátóan tudjanak viselkedni a természeti és mesterséges környezetben. Fontosnak tartják, hogy a tanulók megismerjenek olyan anyagfelhasználási módokat, amelyek az egészséget nem veszélyeztetik és a környezetet nem károsítják.

A szerzők bíznak abban, hogy a tankönyvek és a hozzá tartozó kiadványok elősegítik azt, hogy a tanulók tanáraik irányításával fokozatosan és szakszerűen sajátíthassák el azt a kémiai szemléletmódot és műveltség-tartalmat, amely a XXI. század kulturált embere számára szükséges, a civilizált életforma igényei mellett: a természet tiszteletét.

A témakörök feldolgozása során a szerzők és a MOZAIK Kiadó igyekezett minden eszközt felhasználni arra, hogy a kémiai tantárgy szépségeit, értékeit, érdekességeit bemutatva a tárgyat vonzóvá, megbecsültté tegyék.

Dr. Siposné dr. Kedves Éva

A természetről tizenéveseknek tankönyvcsalád

Kémia 9., 10. évfolyam

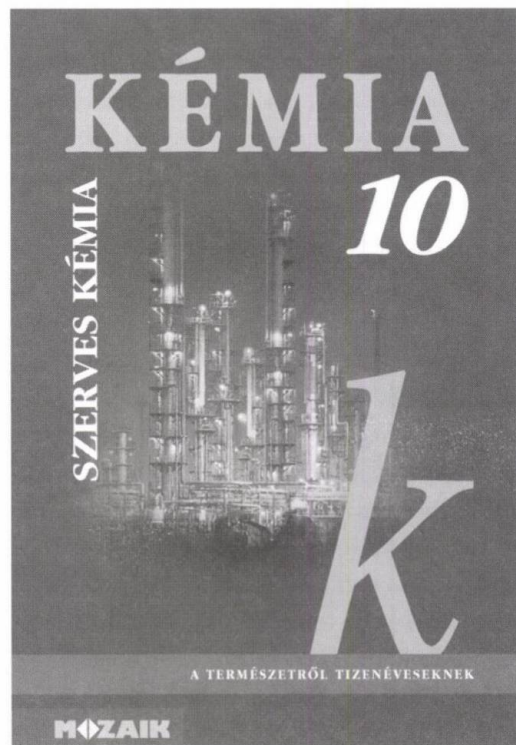
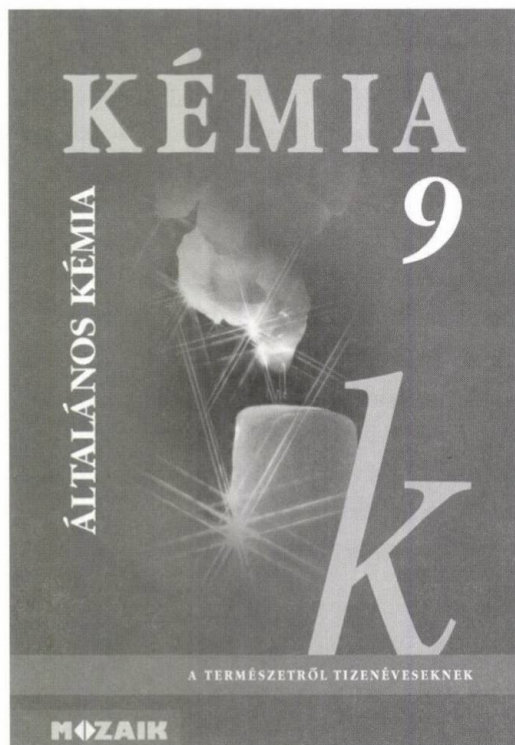
középiskolások számára

(Sz.: Dr. Siposné dr. Kedves Éva, Péntek Lászlóné,
Horváth Balázs)

A MOZAIK Kiadó által megjelentetett *A természetről tizenéveseknek tankönyvcsalád* összehangoltan tartalmazza a biológiai, kémiai, fizikai és földrajzi ismereteket a középiskolások számára. A kémia tankönyvsorozat a 2002-ben megjelent 10. évfolyamosok számára írt kötettel vált teljessé.

A középiskolások számára készült két kémia tankönyv a 7. évfolyamosoknak írt Kémiai alapismeretek és a 8-osoknak készült Szervetlen ké-

mia szerves folytatása. A kerettantervi követelményeknek és a 21. század tankönyvekkel szemben támasztott elvárásainak megfelelő könyvek a 9. évfolyamon az általános kémiai ismereteket, 10. évfolyamon a szerves kémiai ismereteket dolgozzák fel. A tankönyvek olyan tudományosan megalapozott, korszerű, alapvető kémiai ismereteket tartalmaznak, amelyek segítségével a tanulók egyrészt jobban megértik az őket körülvevő anyagi világot, annak változása-



it, másrészt képessé válnak arra, hogy bekapcsolódjanak a mindennapi életbe. A könyvek felépítése, a napi életből vett példái, összeszedett érdekességei, alkalmassá teszik ezeket a minden szempontból „színes” köteteket arra, hogy a tanulókon kívül alkalmanként a szülők is forgassák. A környezetvédelem fontosságának megfelelően szerepel a kötetekben. A tankönyvek a „Gondolkozz globálisan, cselekedj lokálisan” alapelv szellemében tartalmazzák az adott témához kapcsolódó ismereteket. A tantárgy sajátosságait figyelembe véve nagy hangsúlyt kapnak az egészséges életmódra nevelés kérdései.

A tankönyvekben jól elkülönülnek egymástól a megtanulandó és a kiegészítő szövegrészek. Az alkalmazott betűk mérete, vastagsága, és az esetenként található színes sávok és aláfestések elősegítik a tanulók differenciált foglalkoztatását. Az ábraanyag rendkívül gazdag és sokszínű. Tartalmazza a bemutatásra szánt anyagok

és kísérletek színes fényképeit. Amennyiben a kémiai változás egyes fázisainak is jelentősége van, akkor ezt képsorozattal szemléltetik. Valamennyi bemutatásra szánt kísérlet színű fényképét tartalmazzák a kötetek. Az otthoni tanulást segítik az iskolai oktatásban használt tanulói és demonstrációs modellekről készült fényképek. A szaktanárok munkájának megkönnyítésére minden kísérlet leírása apró betűvel szedve bíbor színű csíkkal megjelölve található a könyvekben.

A leckék végén kérdések és gondolkodtató feladatok találhatók. A fejezetek végén összefoglaló táblázatok segítik a tananyag elmélyítését.

A 9. évfolyamosok számára írt tankönyv fő fejezetei:

- Atomszerkezeti ismeretek
- Kémiai kötések, anyagi halmazok
- Kémiai reakciók
- Elektrokémiai alapismeretek

70 ÁLTALÁNOS KÉMIAI ISMERETEK

Az IONRÁCS

Az **ionrácsos** kristályokban a rácspontokban elhelyezkedő pozitív és negatív töltésű ionok elektronos kötésűek, az ionok közötti kölcsönhatás az ionok közötti elektromos kölcsönhatás. Az ionok közötti elektromos kölcsönhatás az ionok közötti elektromos kölcsönhatás. Az ionok közötti elektromos kölcsönhatás az ionok közötti elektromos kölcsönhatás.

A nátrium-klorid kristályában a Na^+ és a Cl^- ionok úgy helyezkednek el, hogy mindkét ion lapján centrális kockarácsot alkot, és ezek egymáshoz tova épülnek fel a NaCl rácsra.

A rácspontokban összetett ionok is lehetnek (pl. a kalcium-karbonátban a karbonáttion, a gipszben a $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ a szulfáttion).

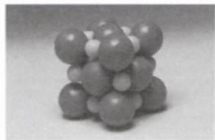
Az **ionvegyületek** képlete az ionok szám-arányát fejezi ki. Az ionok pozitív és negatív töltésének mennyisége megegyezik, ezért az ionkristályok sem mutatnak kifelé töltést.

Az **ionkristályos anyagok** – jellemzően a fémekkel rendelkezőkkel – **rácsok**, **ionok**, **ionok**. Ez rács szerkezetük következménye. Ha külső hatásra a rácsok eltolódnak, azonos töltésű ionok kerülnek egymás mellé, amelyek taszítják egymást.

A megismert kötéstípusok mellett több olyan anyagcsoport van, amelyekben a kovalens, az ionos és a fém kötés közötti fokozatos átmenetek alakulnak ki. Ezek az átmenetek akkor figyelhetők meg, ha egy adott pontnál a kötés egy kationt választunk (pl. a Na^+), és azt vizsgáljuk, hogy milyen kötések képesek kialakítani a különböző atomokkal.



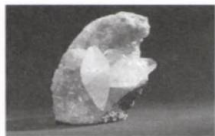
70.1. A nátrium-klorid kristályrácsában minden nátriumion hat kloridion, és minden kloridion hat nátriumion veszi körül



70.3. A kőfő kristály modellje



70.2. Kőfő kristály



70.4. Kalcium-kristály

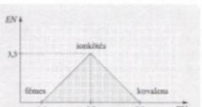
KÉMIAI KÖTÉSEK, ANYAGI HALMAZOK 71

A kation vonzó hatást gyakorol az anion elektronfeléire. Minél nagyobb az anion sugara, annál közelebb kerül a kationhoz. Ha a kation atommagjának töltése megegyezik az elektronokéval, az ionok közötti kölcsönhatás az elektronokéval. Amikor a molekulák között két különböző elektronnegativitási atom kapcsolódik egymashoz, a kovalens kötésben részt vevő elektronok a nagyobb elektronnegativitási atom felé húzódnak, nagyobb valószínűséggel. A molekula polarizálódik, a kovalens kötés ionos jellegűvé válik. Az ionos és a kovalens kötés átmeneti jellegűre a vegyületek alkotó atomok elektronnegativitásának különbözősége következtethető: az ionos kötés az elektronnegativitások különbsége nagy, a kovalens kötés esetében az elektronnegativitások különbsége kicsi, az ionos kötés-kovalensbe való átmenet során az elektronnegativitások különbsége csökken, a kovalens kötés ionosba történő átmenet során az elektronnegativitások különbsége nő.

A kémiai kötés minőségét az atomok elektronnegativitása írja le. A kémiai kötés minőségét az atomok elektronnegativitása írja le. A kémiai kötés minőségét az atomok elektronnegativitása írja le.

Elektronnegativitáskülönbség	Ionos jelleg (%)
0,2	1
0,4	4
0,6	9
0,8	15
1,0	22
1,1	26
1,2	30
1,3	34
1,4	39
1,5	43
1,6	47
1,7	50
1,8	55
1,9	59
2,0	63
2,2	70
2,4	76
2,6	82
2,8	86
3,0	89

71.2. Az ionos kötés jellegének változása és a MEN értékek



71.1. Elektronnegativitás és kötésjelleg



71.3. Kovalens – ionos kötés átmenete

KÉRDÉSEK ÉS FELADATOK

1. Jellemezze a molekuláris kristályokat!
2. Hasonlítsa össze a gyémánt és a grafit kristályrácsát!
3. Jellemezze az ionrácsos kristályokat!
4. Csoportosítsa a következő anyagokat kötésük alapján: N_2 , HCl , KF , Na_2CO_3 , Fe , O_2

A könyvben kidolgozott számítási feladatok részletesek, és általában kétféle módon megoldottak, amely a differenciálhatóságot segíti elő.

A 10. évfolyamosok számára írt tankönyv fő fejezetei:

- Bevezetés a szerves kémiába
- A szénhidrogének
- Egy funkciós csoportot tartalmazó szénvegyületek
- A legfontosabb természetes szénvegyületek
- A műanyagok

A tankönyv a jól bevált megismerési utat járja be a metántól a nukleinsavakig, és építkezik az egyszerűbbtől a bonyolult felé. A szerzők építenek az előző évben elsajátított általános kémiai ismeretekre. Újszerű, hogy a szerves kémiában is előkerülnek az oxidációs számok. A könyv részletesen tartalmazza a szerves kémiai nevezéktan új szabályait.

Mindkét tankönyv tartalma és feladatanyaga megfelel a középszintű érettségi vizsga tantervi követelményeinek.

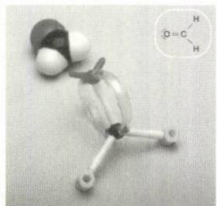
A tankönyvcsalád minden tagját munkafüzet is kiegészíti. A 9. és 10. évfolyamosok számára készült munkafüzetek lényegesen terjedelmesebbek, mint a témában a piacon található társaik. Így a diák, és a tanár kedvére „szemezgethet” a különféle típusú feladatok között. A munkafüzetekben találhatók akár otthon is elvégezhető kísérletek, gyűjtő és elemző munkát igénylő feladatok. Alkalmanként lehetőséget nyújtanak a csoportmunkára, a differenciált oktatásra is. Természetesen eleget tesznek alapfunkciónak is, azaz módot adnak a fogalmak elmélyítésére, a lexikális tananyag gyakorlására. Kiegészítendő táblázatai a tananyag elsajátítását könnyítik. A „Számítási feladatokat kedvelőknek” című részben a versenyekre való készüléshez is találunk feladatokat. A munkafüzetek számítási fel-

96 EGY FUNKCIÓS CSOPORTOT TARTALMAZÓ SZÉNVEGYÜLETEK

FONTOSABB ALDEHIDEK

FORMALDEHID (metanal), CH_2O

A legegyszerűbb aldehyd. Molekulájában a formilcsoportot hidrogénatom kapcsolódik.



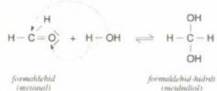
96.1. A metanalmolekula kalott- és pálcikamodellje

FIZIKAI TULAJDONSÁGOK

A formalehid színtelen, szúrós szagú, mérgező gáz (fp: -21°C). Vízben jól oldódik. 40%-os vizes oldata a tömény **formalin**.

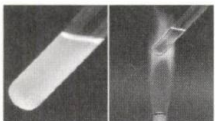
KÉMIAI TULAJDONSÁGOK

A vízzel kémiai reakcióba lép. A víz-adalio során formalehid-hidrát (metánol) keletkezik belőle. (A metánolhoz hasonló vegyületek, amelyek molekulájában egy szénatomhoz két hidroxilcsoport kapcsolódik, csak vizes oldatban léteznek.)



formalehid (metanal) formalehid-hidrát (metánol)

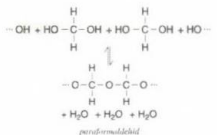
A formalinos üveg alján levő fehér, kristályos anyagból folyadékkal együtt tejtünk egy kevés kémcsőbe, majd melegítjük a rendszert!



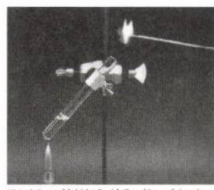
96.2. A paraformalehid vízben rosszul oldódik. Vízrel való hevítéskor újra formalehidré alakul

Formalinos üveg alján lévő fehér kristályos anyagot kémcsőbe tettük és melegítettük. Azt tapasztaltuk, hogy a szilárd anyag feloldódik.

A formalehid tömény vizes oldatának beporlaskor, vagy ha az oldat hesezabb ideig áll, fehér színt szilárd anyag: paraformalehid keletkezik. A paraformalehid képződésekor sok formalehid-hidrát-molekula vízkárosítás közben összekapcsolódik. A paraformalehid vízzel való hevítéskor depolimerizálódik: újra formalehidré alakul át.



Kb. 4 cm³ tömény formalinoldatot enyhén forraljunk, majd a kiáramló gázok útjában tartunk egy gyújtópálcát!



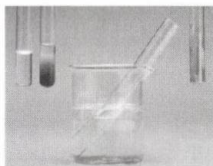
97.1. A formalehid gőzei kékes lánggal égnek

Vigyázat! A formalehid gőzei mérgezőek! Formalinoldatot enyhén forralunk és a kiáramló gázt meggyújtjuk. A formalehid kékes lánggal ég.



A metanal reakcióképességet redukálhatósával bizonyíthatjuk.

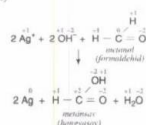
Fél kémcsőnyi 1%-os ezüst-nitrát oldathoz adjunk annyi 2 ml koncentrációjú ammónioldatot, amennyitől a kezdetben kiváló sárgabarna csapadék feloldódik! Ezután az így létrejövő oldathoz adjunk kb. 1 cm³ formalinoldatot! Majd enyhén melegítjük a kémcső tartalmát (vagy néhány csepp tömény nátrium-hidroxid-oldatot adjunk a rendszerhez!)



97.2. Ezüsttükörpróba

Ezüstionokat tartalmazó lúgos oldathoz formalinoldatot adjunk, majd enyhén melegítjük a kémcső tartalmát. Kb. fél perc alatt szép ezüsttükör válik ki a kémcső falán.

A formalehid lúgos közegben az ezüstionokat ezüstatomokká redukálja (fémzést vált ki), miközben maga hangyasavvá oxidálódik. Ez az aldehydek (illetve a formilcsoportot tartalmazó vegyületek) kimutatására felhasználható reakció az ezüsttükörpróba. (A kimutatási reakció másik neve Tollens-próba.)



Ag: 0 (+1) = -1 / -2 redukció, oxidálószer
C: +2 (0) = +2 / -1 oxidáció, redukálószer

Nem adjuk az ezüsttükörpróbát azok az aldehydek, amelyek molekulájában a formilcsoport közvetlenül anionos gyűrűhöz kapcsolódik.

Az iparban hasonló módon vannak be üveglapokat ezüsttel, így készíthető a tükrök és a karácsonyfadíszek is.

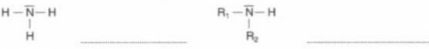
Öntsünk kémcsőbe kb. ünnepi Fehling I-oldathoz (réz-szulfát) annyi Fehling II-oldatot (nátrium-hidroxid) és kevéske kalium-nátrium-szulfát, amennyitől a keletkező csapadék melyik színnel felel meg! Az így elkészített oldathoz öntsünk 1-2 cm³ formalint, és óvatosan melegítsük a kémcső tartalmát!

A formilcsoport kimutatására használhatjuk a Fehling-reakciót.

A Fehling-oldatok reakciója után keletkező kék színt oldatból formalint adjunk, majd melegítsük a kémcső tartalmát. Rövid idő

A nitrogéntartalmú szénvegyületek összefoglalása
(gyakorlás, részismétlés)

1. Az anionok olyan nitrogéntartalmú szénvegyületek, amelyek _____



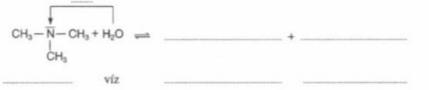
ammónia elsőrendű amin _____

Funkciós csoport: _____
(Határold körül őket a konstitúciós képletekben!)

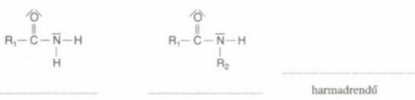
2. Az aminok fizikai tulajdonságai
Izomer aminok elsőrendű másodrendű harmadrendű
forráspont _____ →

Molekulák közötti kölcsönhatás: _____
Az aminok vízzoldhatósága és magyarázata: _____

3. Az aminok gyenge
Egészítsd ki a reakcióegyenleteket!



4. Az amidok olyan _____



Az amidok funkciós csoportjának neve: _____

(Határold körül a konstitúciós képletekben!)

Izomer amidok elsőrendű másodrendű harmadrendű
forráspont _____ →

Molekulák közötti kölcsönhatás: _____
Halmazállapot: _____

5. Töltsd ki a táblázatot!

Nitrogéntartalmú heterociklusok

Név	piridin	pirimidin	pirrol	imidazol	purin
Képletek:					
Halmazállapot:					
Olvasás- és forráspont					
Vízzoldhatóság:					
Sav vagy bázis:					
Szubsztitúciós készség a benzolhoz képest:					
Reakció savval:	reagál				
Reakció vízzel:					

adatainak végeredményei megtalálhatók a kiadó WEB oldalain (www.mozaike.info.hu), ahonnan ingyenesen letölthetők (szerkeszthető formában) a tankönyvekhez tartozó tanmenetek is.

A szerzők remélik, hogy a tankönyvek és a hozzájuk tartozó kiadványok elősegítik azt, hogy a tanulók tanáraik irányításával lépésről lépésre és szakszerűen sajátíthassák el azt a szemléletmó-

dot és műveltségterületet, amely a 21. század kulturált embere számára elengedhetetlenül szükséges a civilizált életforma igényei mellett: a természet tisztelőt. A kiadó és a szerzők igyekeztek minden eszközt felhasználni arra, hogy a tantárgy szépségeit, értékeit, érdekességeit bemutattva a kémiát vonzóvá és megbecsültté tegyék.

Horváth Balázs

AKCIÓS 5., 7. ÉS 9. OSZTÁLYOS TANKÖNYVCSOMAGOK

4300,-

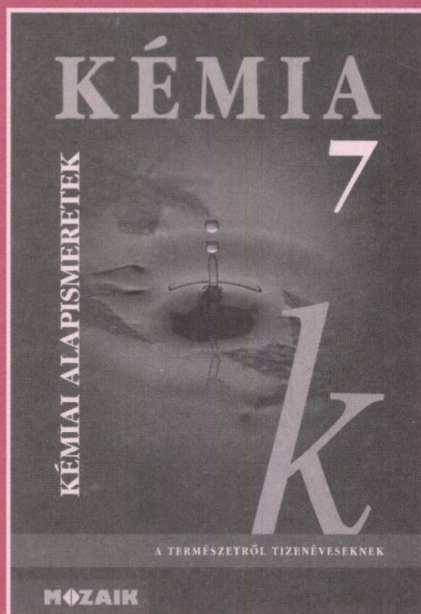
A 2003/2004-es tanévre
a Természetről Tizenéveseknek
tankönyvcsalád kerettantervi
7. osztályos kötetei akciós
tankönyvcsomagban is megrendelhetők.

A fizika, kémia, biológia, földrajz
tankönyveket és a hozzájuk tartozó
munkafüzeteket tartalmazó
tankönyvcsomag ára: **4300 Ft.**

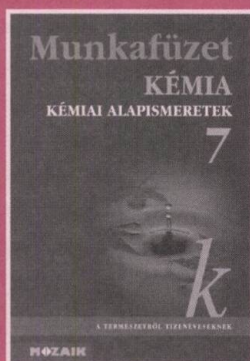
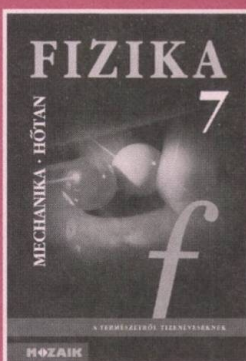
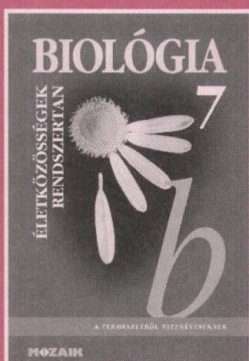
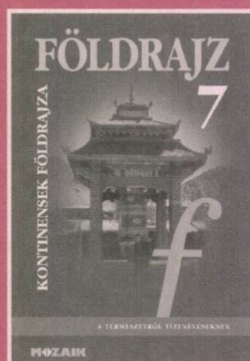
Az akció részleteiről a Mozaik Kiadó
kiadványjegyzőkében olvashatnak.

Az akciós tankönyvcsomagokat
az Iskolai megrendelőtömb
2. kötetének 1. oldalán rendelhetik meg.

Itt további kedvezményes lehetőségeket
kínálunk az 5. és a 9. évfolyamra is.



A TANKÖNYVCSALÁD TOVÁBBI 7. OSZTÁLYOS KÖTETEI



MOZAIK KIADÓ

Levélcím: 6701 Szeged, Pf. 301.

Telefon: (62) 470-101, Fax: (62) 554-666

E-mail: kiado@mozaik.info.hu

MOZAIK KÖNYVESBOLT

1082 Budapest, VIII. Üllői út 70., Tel.: 31-42-612

www.mozaik.info.hu

MOZAIK
www.mozaik.info.hu

Tanulói stratégiák
és tévképzetek
a reakcióegyenletek
rendezésében

(Dr. Tóth Zoltán)

Verseny a tehetség
kibontakoztatásáért

(Szabó Irén)

„Kaméleon vegyületek” II.

(Dr. Kálai Tamás)

XI. ÉVFOLYAM 2003

2

A KÉMIA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Főszerkesztő:

Dr. Adamkovich István

A szerkesztő munkatársai:

Kószó Katalin

Németh Veronika

Dr. Tóth Zoltán

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3/B

Tel.: (62) 470-101,

FAX: (62) 554-666

Kiadó:

MOZAIK Kiadó Kft.

Felelős kiadó: Török Zoltán

Tördelőszerkesztő: Forró Lajos

Borítóterv: Deák Ferenc

Megrendelhető:

MOZAIK Kiadó Kft.

6701 Szeged, Pf. 301

Éves előfizetési díj: 1200 Ft

A lap megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltokban:

Budapest VIII., Üllői út 70.

A Kémia Tanításában megjelenő valamennyi cikket szerzői jog védi. Másolásuk bármilyen formában kizárólag a kiadó előzetes írásbeli engedélyével történhet.

ISSN 1216-7576

Készült

az Innovariant Kft.-ben, Szegeden

Felelős vezető: Drágán György

TARTALOM

**Tanulói stratégiák és tévképzetek
a reakcióegyenletek rendezésében**

Dr. Tóth Zoltán

egyetemi docens, DE, Kémia Szakmódszertani Részleg

Verseny a tehetség kibontakoztatásáért

Szabó Irén

tanár, Nagyatád Ady Endre Gimnázium
és Szakközépiskola

„Kaméleon vegyületek” II.

Dr. Kálai Tamás

tudományos főmunkatárs, PTE ÁOK
Szerves és Gyógyszerkémiai Intézet

**Meleg István Alapítvány
a Kémia Oktatásáért**

Kétséges megoldások

Dr. Galbács Zoltán

egyetemi docens, SZTE

Mindennapi kémia IV.

Dr. Szalay Tibor

emeritus professzor, DE

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve (két példányban), floppy lemezen vagy e-mailen (kattila@mozaik.info.hu) küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 8-10 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés). A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utaljanak rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézetek név- és évszámjelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalom alfabetikus sorrendben készüljön. Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.

Dr. Tóth Zoltán

Tanulói stratégiák és tévképzetek a reakcióegyenletek rendezésében

Bevezetés

Aint ismeretes, a kémiai reakciókat három szinten tudjuk leírni: az érzékelhető valóság szintjén (makroszint), a közvetlenül nem érzékelhető molekuláris történések szintjén (részcsekszint) és a kémia sajátos jelrendszerével, a reakcióegyenletekkel (szimbólumszint). A reakcióegyenletek – mint eszmei modellek – a kémiai átalakulás más-más aspektusát ragadják meg, emelik ki. Az ún. szóegyenletek csak a reakcióban résztvevő anyagok minőségét hangsúlyozzák, a sztöchiometriai egyenletek a kémiai átalakulás mennyiségi viszonyait is leírják, a reakciómechanizmusok pedig a kémiai változás molekuláris szintű történéseit hangsúlyozzák. A kémiával ismerkedő tanulók elsősorban az első kettővel találkozhatnak. A sztöchiometriai egyenleteknek (rendezett reakcióegyenleteknek) különösen nagy szerepük van a kémiai számításokban, az analitikai kémiában és a szerves kémiai reakciók leírásában. A sztöchiometriai egyenletek felírása számos kémiai ismeretet (a reakcióban résztvevő anyagok és képletük, valamint a kémiai reakciókra is érvényes megmaradási tételek ismerete) és bizonyos készségeket (egyenletrendezés) igényel. Bár a reakcióegyenletek rendezése elsősorban technikai kérdés, mégis fontos előfeltétele a sztöchiometriai egyenletek felírásának, és ezen keresztül a kémiai ismeretek elsajátításának és alkalmazásának.

Az utóbbi évtizedekben számos közlemény taglalta a reakcióegyenletek rendezésének különböző módszereit (Herndon, 1997; Tóth, 1999), de csak elvétve találunk olyan átfogó vizsgálatokat, amelyek a tanulók egyenletrendezési módszereivel foglalkoznak. Ebben a közleményben ismertetjük azokat a kutatásokat, amelyeket a tanulók egyenletrendezési stratégi-

áinak és az egyenletrendezéssel kapcsolatos tévképzeteinek feltárására végeztünk.

Elméleti háttér

Areakcióegyenletek rendezésének többféle módszerét ismerjük. Az ún. ránézésre történő egyenletrendezés legegyszerűbb változata a próbálgatás. Kevésbé ismert, hogy a ránézésre történő egyenletrendezésnek megadható két logikai eljárása is: a láncszabály (Tóth, 1997a) és a kapcsolt részfolyamatok (Guo, 1997; Tóth, 1998, 1999) nevű algoritmusok. Az egyenletrendezési eljárások másik nagy csoportjának központi fogalma az oxidációs szám. Ide tartozik az oxidációs számok megváltozásának módszere és az ion-elektron fél reakciók módszere. Ezek a legismertebb, a kémia tankönyvek által is használt egyenletrendezési eljárások. A harmadik csoportba a tisztán matematikai módszerek tartoznak: ilyen az algebrai módszer, a mátrix módszer és a számítógépes egyenletrendező programok.

Mivel a felsoroltak közül a ránézésre történő egyenletrendezés két logikai eljárása nem nagyon ismert, ugyanakkor egyszerűségükönél fogva várható, hogy megjelennek a tanulók egyenletrendezési stratégiái között, ezért célszerű először áttekinteni ezek lényegét, majd megvizsgálni, hogy milyen hatékonyak.

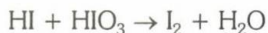
A ránézésre történő egyenletrendezés két algoritmus

A láncszabály lényege, hogy az egyenletrendezést:

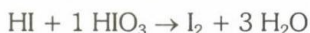
1. mindig csak olyan atommal lehet kezdeni, amelyik a reakcióegyenlet mindkét oldalán csak egy anyagban szerepel; és

2. olyan atommal lehet folytatni, amelyik már csak egy ismeretlen együtthatójú anyagban található (Tóth, 1997a; 1999).

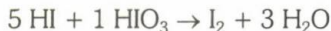
Például a



reakció egyenletének rendezését csak az oxigénatommal lehet kezdeni:



majd a hidrogénatommal folytatni:



végül a jódatommal befejezni:



A rendezési lánc tehát: $\text{O} \rightarrow \text{H} \rightarrow \text{I}$.

A kapcsolt részfolyamatok módszerének lényege a következő:

1. Először az egyenletet rendezzük minden olyan atomra, amely csak egyszer szerepel az egyenlet mindkét oldalán.
2. Ezután két különböző részfolyamatot hozunk létre azokból a képletekből, amelyeket egymáshoz képest már egy vagy több atomra rendeztünk.
3. Végül annak az atomnak a felhasználásával, amely mindkét részfolyamatban szerepel, és amelyre az egyenlet még nincs rendezve, összekapcsoljuk a két részfolyamatot (Guo, 1997; Tóth, 1998, 1999).

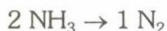
Például az



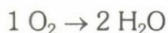
reakció egyenletét először mind nitrogénre, mind oxigénre rendezzük:



Ezután létrehozuk a két részfolyamatot, az egyiket a nitrogéntartalmú anyagokból:

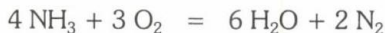


a másikat az oxigéntartalmúakból:



Végül a két részfolyamatot a közös atommal, a hidrogénatommal kapcsoljuk össze. Mivel az első részfolyamatban hattal csökken, a másodikban pedig négyvel nő a hidrogénatomok száma, ezért az első részfolyamatot kettővel, a másodi-

kat pedig hárommal kell megszorozni és azután összeadni, hogy a reakcióegyenlet a hidrogénatomra is rendezett legyen:



Ezt a rendezési eljárást a következő egyszerűsített jelöléssel is leírhatjuk: $\text{N} - \text{H} - \text{O}$, ahol a két részfolyamat rendezett atomja(i) áll(nak) a jobb és a bal oldalon, közöttük pedig a két részfolyamatot összekapcsoló közös atom.

A legfontosabb egyenletrendezési módszerek hatékonyságának vizsgálata

Megvizsgáltuk, hogy a legfontosabb három egyenletrendezési eljárást (láncszabály, kapcsolt részfolyamatok módszere, az oxidációs szám megváltozásának módszere) milyen hatékonysággal lehet használni a magyar általános és középiskolai tankönyvekben, illetve egy angol nyelvű tankönyvben (Ebbing: General Chemistry) előforduló reakcióegyenletek rendezésére.

Megállapítottuk, hogy mind a láncszabály, mind a kapcsolt részfolyamatok módszere elvileg alkalmas valamennyi reakcióegyenlet rendezésére. A láncszabály esetén azonban a vizsgált reakciók 8-10%-ánál egy vagy két ismeretlen együtthatót kell bevezetni a rendezés során (Tóth, 1997a, 1999). Ez tehát azt jelenti, hogy a tankönyvekben előforduló reakcióegyenletek 90-92%-át könnyen lehet rendezni a láncszabály segítségével. A kapcsolt részfolyamatok esetén ez az arány lényegesen rosszabb, mindössze 27-37%. Az esetek nagy részében ugyanis csak egy speciális „trükk”, az ún. képletduplázás módszerével lehet ezt az eljárást használni (Guo, 1997; Tóth, 1998, 1999). Az oxidációs szám megváltozásának módszere csak az ún. egyszerű redoxireakciók esetén használható, azaz csak olyan esetekben, amelyekben csak egy oxidációs és csak egy redukációs részfolyamat különíthető el. Ez a vizsgált esetek 71-74%-át jelenti. Nem használható ez az eljárás a nem redoxireakciók esetén, és csak speciális módszerrel használható az ún. kettős redoxireakciók esetén (Cardinali és mtsai, 1994; Giomini és mtsai, 1995; Ludwig, 1996; Tóth 1997b, 1997c, 1999).

A kutatás módszere

Írásbeli tesztek és szóbeli interjú segítségével vizsgáltuk magyar középiskolások egyenlet-rendezési stratégiáit és tévképzeit. A vizsgálat során a tanulóknak olyan redoxiegyenleteket kellett rendezniük, amelyek már tartalmazták a kiindulási anyagok és a reakciótermékek képleteit, csak a sztöchiometriai együtthatók hiányoztak. Az írásbeli felmérések eredményeit úgy értékeltük, hogy minden egyes reakcióegyenlet esetén megállapítottuk az alkalmazott egyenlet-rendezési eljárást, annak sikerességét és kigyűjtöttük a legjellemzőbb hibás válaszokat. (A továbbiakban csak azokat a hibás válaszokat tekintettük jellemzőnek és további elemzésre méltónak, amelyek az adott egyenletre vonatkozó összes hibás válasz legalább 10%-át tették ki.) A vizsgálat három felmérésben történt:

1. felmérés (írásbeli teszt)

9. évfolyam elején tanulmányoztuk, hogy kétévi kémiatanulás után hogyan rendeznek reakcióegyenletet a 14-15 éves magyar diákok. Ezek a tanulók az általános iskolában megismerkedtek a reakcióegyenletek írásával és jelentésével, de semmiféle egyenletrendezési módszert nem tanultak. A vizsgálatban 968 tanuló vett részt az ország különböző településeiről és különböző iskolatípusokból: 424-en gimnáziumban, 366-an szakközépiskolában és 178-an szakmunkásképzőben tanultak tovább az általános iskola befejezése után. A tanulóknak 3 redoxiegyenletet kellett rendezni 15 perc alatt írásban.

2. felmérés (írásbeli teszt)

10-12. évfolyam elején (15-18 éves korban) vizsgáltuk gimnáziumi tanulók egyenletrendezési stratégiáit. Ezek a tanulók 3-5 évig tanultak kémiát és valamennyien megismerték már az oxidációs számot és használatát a redoxiegyenletek rendezésében. A vizsgálatban 242 tanuló vett részt, valamennyien Debrecen egyik középme-

zőnybe tartozó gimnáziumából. Közülük 59-en 10. osztályosok, 86-an 11. osztályosok és 97-en 12. osztályosok voltak. A tanulóknak két feladatlapot kellett megoldaniuk kétszer 45 perc alatt: az egyik 12, a másik 18 különböző nehézségű redoxiegyenletet tartalmazott.

3. felmérés (szóbeli interjú)

Fizetemi felvételre készülő 11-12. osztályos tanulókkal rendeztünk néhány redoxiegyenletet egy szóbeli interjú során és minden esetben kértük, hogy próbálják szavakban is megfogalmazni egyenletrendezési eljárásukat. Ebben a vizsgálatban összesen 10 tanuló vett részt Debrecen és környéke gimnáziumaiból.

Az eredmények és értékelésük

Az 1. írásbeli felmérés eredményei

Az 1. felmérés érdekesebb eredményeit az 1. és a 2. táblázat tartalmazza.

Látható, hogy az általános iskolát végzett tanulók egyenletrendezési stratégiája döntően a próbálgatás, amely a reakcióegyenletben szereplő anyagok összetettségétől és a sztöchiometriai együtthatók értékétől függően hol jobb, hol rosszabb eredményre vezet. (A táblázatban szereplő kérdőjel arra utal, hogy néhány esetben nem lehetett egyértelműen azonosítani az egyenletrendezési eljárást, mert a tanuló csak a helyes sztöchiometriai együtthatókat írta a lapra, de semmi jel nem mutatott arra, hogy miként jutott el a megoldáshoz. Ezeket a nem azonosítható eljárásokat minden esetben a próbálgatáshoz soroltuk.) Az írásbeli válaszokból egyértelműen megállapítható volt, hogy a tanulók egy nem jelentéktelen hányada (18,8%, ill. 15,9%) a láncszabályhoz hasonló logika szerint rendezte a reakcióegyenleteket. Ezekben az esetekben az eredményesség egészen jó: például a 2. reakció esetén (ahol a láncszabály közvetlenül a legkisebb egész számú együtthatókat adja) 83,8%, az 1. reakció esetén pedig a láncszabály alkalmazásából az O_2 együtthatójára adódó tört érték ($3/2$)

okozta az eredményesség viszonylag mérsékelt voltát (50,6%). Az 1. reakció esetén találtunk példát a kapcsolt részfolyamatok módszerének alkalmazására is, igaz, mindössze 6,0%-ban és igen gyenge (15,5%-os) hatékonysággal. A 2. reakció a reakcióegyenletek azon csoportjába tartozik, amelyek esetén a kapcsolt részfolyamatok módszerét csak a képletduplázás technikájának ismeretében lehet használni. Ezért érthető, hogy ilyen típusú rendezési stratégiával egyik tanuló sem próbálkozott.

A táblázatok tartalmazzák a leggyakrabban előforduló hibás megoldásokat is. (Amint már ar-

ra utaltunk, a százalékérték ebben az esetben azt jelenti, hogy az összes hibás megoldás hány százalékát teszi ki az adott hiba.) Az 1. reakció esetén egy jellemző hibás választ találtunk. Ez a láncszabály alkalmazásához kapcsolódik: itt a befejező lépésben, az O_2 együtthatójának számításában hibáztak a tanulók. Az zavarta meg őket, hogy az együttható törtszám, és ehelyett valamilyen egész számot írtak. A 2. reakció rendezésekor felbukkanó hibás megoldás szintén a láncszabály alkalmazásával kapcsolatos: a tanulók helyesen, az oxigénatommal kezdték a rendezést, de a későbbiekben elfelejtkeztek arról, hogy a jódsav együtt-



Egyenletrendezési módszer	Gyakoriság	(Eredményesség)
Oxidációs szám használata	–	(-)
Láncszabály	18,8%	(50,6%)
Kapcsolt részfolyamatok	6,0%	(15,5%)
Próbálgatás (?)	70,6%	(52,7%)
Nem válaszolt	4,6%	
Összesen		(47,6%)
Tipikus hibás válasz		Gyakoriság
$2 NH_3 + x O_2 (=) 3 H_2O + 1 N_2$		17,3%

1. táblázat

A 9. osztályos tanulóknak az 1. reakcióegyenlet rendezésében alkalmazott módszerei, elért eredményei és jellemző hibái



Egyenletrendezési módszer	Gyakoriság	(Eredményesség)
Oxidációs szám használata	–	(-)
Láncszabály	15,9%	(83,8%)
Kapcsolt részfolyamatok	–	(-)
Próbálgatás (?)	72,1%	(27,2%)
Nem válaszolt	12,0%	
Összesen		(33,0%)
Tipikus hibás válasz		Gyakoriság
$x HI + (6-x) HIO_3 (=) 3 I_2 + 3 H_2O$		10,5%

2. táblázat

A 9. osztályos tanulóknak a 2. reakcióegyenlet rendezésében alkalmazott módszerei, elért eredményei és jellemző hibái

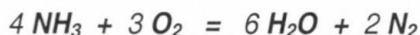
hatóját 1-nek vették, és mivel az 1-est nem írták ki, ezért a rendezés második lépésében a 6 hidrogénatomot a jobboldalon szereplő két anyag különböző kombinációjával teremtették elő.

A 2. írásbeli felmérés eredményei

Fbben a felmérésben azt vizsgáltuk, hogy az Oxidációs szám fogalmát már ismerő gimnáziumi tanulók milyen egyenletrendezési stratégiákat használnak különböző nehézségű redoxiegyenletek rendezésekor.

A 3. és 4. táblázat az olyan redoxiegyenletek esetén kapott eredményeket mutatja, amelyeket mindhárom módszerrel lehet rendezni.

Megállapítható, hogy mindössze 1, illetve 2 tanuló próbálkozott az oxidációs számok módszerével. A legeredményesebb rendezési stratégiának a próbálkozás bizonyult, és 4. reakcióegyenlet esetén ezt alkalmazta a tanulók többsége. Figyelemre méltó a láncszabály eredményessége és viszonylag nagy részaránya. A két egyenlet közötti különbséget (44,8%, illetve 16,2%) azzal értelmezhetjük, hogy amíg a 3. re-



Egyenletrendezési módszer	Gyakoriság	(Eredményesség)
Oxidációs szám használata	0,4%	(0,0%)
Láncszabály	44,8%	(78,7%)
Kapcsolt részfolyamatok	9,1%	(13,6%)
Próbálgatás (?)	39,4%	(88,4%)
Nem válaszolt	6,2%	
Összesen		(71,4%)
Tipikus hibás válasz	Gyakoriság	
$2 \text{NH}_3 + x \text{O}_2 (=) 3 \text{H}_2\text{O} + 1 \text{N}_2$	37,0%	
$2 \text{NH}_3 + 1 \text{O}_2 (=) 2 \text{H}_2\text{O} + 1 \text{N}_2$	25,9%	

3. táblázat

A 10-12. osztályos tanulóknak a 3. reakcióegyenlet rendezésében alkalmazott módszerei, elért eredményei és jellemző hibái



Egyenletrendezési módszer	Gyakoriság	(Eredményesség)
Oxidációs szám használata	0,8%	(50,0%)
Láncszabály	16,2%	(59,0%)
Kapcsolt részfolyamatok	18,7%	(20,0%)
Próbálgatás (?)	56,4%	(82,4%)
Nem válaszolt	7,9%	
Összesen		(60,2%)
Tipikus hibás válasz	Gyakoriság	
$2 \text{HN}_3 + x \text{H}_2\text{S} (=) x \text{S} + 3 \text{N}_2\text{H}_4$	45,5%	

4. táblázat

A 10-12. osztályos tanulóknak a 4. reakcióegyenlet rendezésében alkalmazott módszerei, elért eredményei és jellemző hibái

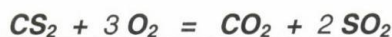
akcióegyenlet rendezését bármelyik atommal lehet kezdeni, a 4. reakcióegyenletét csak a nitrogénatommal. A 3. reakcióegyenlet esetén itt is megfigyelhető az a tipikus hiba, amelyet az 1. felmérésben már tapasztaltunk: sok tanulónak az O_2 együtthatójának megállapítása okoz nehézséget, annak törtszám jellege miatt. Mindkét reakcióegyenlet esetén megfigyelhető az a korábbi tapasztalat is, hogy a kapcsolt részfolyamatok módszeréhez hasonló stratégiát választó tanulók jelentős része csak az első lépésig jutott el, azaz az egyenletet rendezte minden olyan atomra, amely a reakcióegyenlet mindkét oldalán csak egy anyagban szerepelt. Ez a típusú hiba a 3. reakcióegyenlet esetén a hibás megoldások 37,0%-át, a 4. reakcióegyenlet esetén 45,5%-át teszi ki. A tanulók egy része tehát úgy gondolja, hogyha minden képlet előtt szerepel már valamilyen együttható, akkor a reakcióegyenlet rendezése be van fejezve.

Az 5. és 6. táblázatban szereplő reakcióegyenleteket már nem lehet olyan könnyen rendezni a kapcsolt részfolyamatok módszerével. Érthető tehát, hogy ezt a stratégiát egyetlen tanuló sem választotta. Továbbra is elenyésző azoknak a tanulóknak a száma, akik oxidációs számokkal próbálkoztak.

Az 5. reakcióegyenlet esetén a leggyakrabban és legeredményesebben használt módszer

a láncszabály. Ennek két oka van: egyrészt az egyenletrendezést két atommal is (szénatom, kénatom) lehet kezdeni szemben a 6. egyenlettel, amelynek rendezését csak a szénatommal lehet indítani, másrészt ezekben az esetekben a láncszabály egyből a legkisebb egész számú együtthatót eredményezi. Jellemző rendezési hiba, hogy az egyenlet jobb oldalán mindkét anyagban szereplő atomok (az 5. egyenletben az oxigénatomok, a 6. egyenletben a klóratomok vagy a hidrogénatomok) számát összeadják a tanulók, mintha ezeknek a vegyületeknek 1-es együtthatója lenne, és ebből állapítják meg a bal oldalon szereplő anyag (az O_2 , illetve a Cl_2) együtthatóját. Ennek a hibás rendezési stratégiának egy megnyilvánulása az 5. reakcióegyenlet esetében 21,2%-os gyakorisággal előforduló tipikus rossz megoldás: ezek a tanulók először összeadták a jobb oldalon szereplő oxigénatomokat, mintha a CO_2 és a SO_2 együtthatója 1 lenne, így kapták az O_2 együtthatójára a 2-est, majd megváltoztatták a SO_2 1-nek vett, de ki nem írt együtthatóját, hogy az egyenlet a S-re is rendezett legyen.

Érdekes eredményre vezetett azoknak a reakcióegyenleteknek a vizsgálata, amelyeket sem a láncszabállyal, sem a kapcsolt részfolyamatok módszerével nem lehet egyszerűen rendezni. Ezekben az esetekben az oxidációs szám meg-



Egyenletrendezési módszer	Gyakoriság	(Eredményesség)
Oxidációs szám használata	0,4%	(100%)
Láncszabály	71,4%	(80,8%)
Kapcsolt részfolyamatok	-	(-)
Próbálgatás (?)	26,1%	(47,6%)
Nem válaszolt	2,1%	
Összesen		(70,5%)
Tipikus hibás válasz	Gyakoriság	
1 $CS_2 + 2 O_2 (=) 1 CO_2 + 1 SO_2$	15,2%	
1 $CS_2 + 2 O_2 (=) 1 CO_2 + 2 SO_2$	21,2%	

5. táblázat

A 10-12. osztályos tanulóknak az 5. reakcióegyenlet rendezésében alkalmazott módszerei, elért eredményei és jellemző hibái

változásának módszere a legbiztosabb egyenlet-rendezési eljárás. Amint az a 7-9. táblázatokból kitűnik, ennek ellenére továbbra is csak 3-4 tanuló próbálkozott ezzel a módszerrel, igen rossz eredményességgel. A korábbiakhoz képest mindhárom esetben jelentősen megnőtt azoknak a tanulóknak a száma, akik semmiféle egyenletrendezési eljárással nem próbálkoztak. A többiek egyenletrendezési stratégiája ezekben az esetekben szinte kizárólagosan a próbálgatás volt, a 7. reakcióegyenlet esetén mérsékelt eredményességgel, a 8. reakcióegyenlet esetén meglepően jó eredménnyel, a 9. reakcióegyenletet pedig mindössze 4 tanuló tudta rendezni.

A 8. reakcióegyenlet esetén tapasztalt 60,6%-os eredményességnek az az oka, hogy az a hibás rendezési stratégia, amely szerint összeadjuk a jobb oldalon szereplő atomokat és ebből következtetünk a bal oldalon álló anyagok együtthatójára, ebben az esetben jó eredményre vezet. A 9. reakcióegyenletet pedig azért sem tudták rendezni a tanulók a próbálgatással, mert négy egymástól különböző és viszonylag nagy szám a keresett négy sztöchiometriai együttható.

A 7. reakcióegyenlet esetén ismét megjelent a már tárgyalt hibás rendezési stratégia: a tanulók úgy vették, mintha az egyenlet bal oldalán álló anyagok képlete előtt 1-es együttható lenne, és így 17,4%-ban a H-atomok összeadásával,

40,0%-ban pedig a N-atomok összeadásával alapították meg a reakciótermék együtthatóját. A 9. reakcióegyenlet esetén 36,1%-os gyakorisággal előforduló hibás megoldás magyarázata a következő: a tanulók először H-atomra rendezték a reakcióegyenletet, majd a NO_2 és a N_2O együtthatójának változtatásával N-atomra is. Megkapva a négy együtthatót, azt hitték, hogy az egyenlet most már rendezett, és nem vették észre, hogy az O-re vonatkozó anyagmérleg nem jó.

A szóbeli interjú eredményei

A szóbeli interjú során arra voltunk kíváncsiak, hogy a hibás rendezési stratégiák mögött valóban az áll-e, amit az írásbeli válaszokból kikövetkeztettünk. A 10. táblázatban láthatók azok a reakcióegyenletek, amelyek rendezését kértük a tanulóktól. Szinte kivétel nélkül a következő válaszokat kaptuk arra a kérdésre, hogy miért a táblázatban megadott olykor helyes, olykor hibás együtthatókat írták be az egyenletbe a tanulók: „...mivel összesen 2 kénatom / 2 nitrogénatom / 4 klóratom / 3 nitrogénatom / 3 jódatom van a reakcióegyenlet jobb oldalán, ezért a baloldalon 2 kénsavmolekulát / 2 salétromsav-molekulát / 2 klórmolekulát / 3 salétromsav-molekulát / 3 jodidiont kell venni...”



Egyenletrendezési módszer	Gyakoriság	(Eredményesség)
Oxidációs szám használata	0,8%	(50,0%)
Láncszabály	31,2%	(82,7%)
Kapcsolt részfolyamatok	–	(–)
Próbálgatás (?)	55,4%	(38,3%)
Nem válaszolt	12,5%	
Összesen		(47,5%)
Tipikus hibás válasz		Gyakoriság
1 $\text{CH}_4 + 2 \text{Cl}_2 (=) 1 \text{CHCl}_3 + 1 \text{HCl}$		19,8%
1 $\text{CH}_4 + 4 \text{Cl}_2 (=) 2 \text{CHCl}_3 + 2 \text{HCl}$		10,4%

6. táblázat

A 10-12. osztályos tanulóknak a 6. reakcióegyenlet rendezésében alkalmazott módszerei, elért eredményei és jellemző hibái



Egyenletrendezési módszer	Gyakoriság	(Eredményesség)
Oxidációs szám használata	1,7%	(0,0%)
Láncszabály	–	(-)
Kapcsolt részfolyamatok	–	(-)
Próbálgatás	65,7%	(30,2%)
Nem választott	32,6%	
Összesen		(19,8%)
Tipikus hibás válasz	Gyakoriság	
1 $\text{HN}_3 + 1 \text{NH}_3 (=) 1 \text{N}_2\text{H}_4$	17,4%	
1 $\text{HN}_3 + 1 \text{NH}_3 (=) 2 \text{N}_2\text{H}_4$	40,0%	

7. táblázat

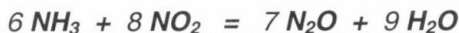
A 10-12. osztályos tanulónak a 7. reakcióegyenlet rendezésében alkalmazott módszerei, elért eredményei és jellemző hibái



Egyenletrendezési módszer	Gyakoriság	(Eredményesség)
Oxidációs szám használata	1,2%	(33,3%)
Láncszabály	-	(-)
Kapcsolt részfolyamatok	-	(-)
Próbálgatás	77,7%	(60,6%)
Nem választott	21,1%	
Összesen		(47,5%)

8. táblázat

A 10-12. osztályos tanulónak a 8. reakcióegyenlet rendezésében alkalmazott módszerei, elért eredményei és jellemző hibái



Egyenletrendezési módszer	Gyakoriság	(Eredményesség)
Oxidációs szám használata	1,7%	(0,0%)
Láncszabály	–	(-)
Kapcsolt részfolyamatok	–	(-)
Próbálgatás	68,9%	(2,4%)
Nem választott	29,5%	
Összesen		(1,7%)
Tipikus hibás válasz	Gyakoriság	
2 $\text{NH}_3 + 2 \text{NO}_2 (=) 2 \text{N}_2\text{O} + 3 \text{H}_2\text{O}$	36,1%	

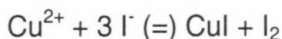
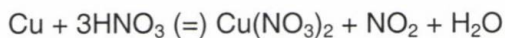
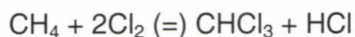
9. táblázat

A 10-12. osztályos tanulónak a 9. reakcióegyenlet rendezésében alkalmazott módszerei, elért eredményei és jellemző hibái

Következtetések

A magyar középiskolások között végzett felmérésünk eredményeit a következőkben lehet összefoglalni:

1. A legtöbb redoxiegyenletet lehet rendezni oxidációs számok nélkül is a ránézésre történő egyenletrendezési eljárásokkal.
2. A különböző egyenletrendezési eljárások hatékonysága függ az adott reakcióegyenlettől, vannak olyan egyenletek, amelyeket a láncszabállyal, másokat a kapcsolt részfolyamatok módszerével, megint másokat az oxidációs számok megváltozásának módszerével lehet a legegyszerűbben rendezni.
3. A magyar diákok egyértelműen a ránézésre történő egyenletrendezési stratégiákat kedvelik, szemben az oxidációs szám használatával.
4. A diákok egyenletrendezési stratégiáiban első helyen a próbálgatás áll, de megjelenik a láncszabály és a kapcsolt részfolyamatok módszere is.
5. Az egyes egyenletrendezési stratégiákhoz sajátos rendezési hibák, olykor tévképzetek társulhatnak. A láncszabály esetén a tört együtthatók jelentik a legfontosabb hibaforrást. A kapcsolt részfolyamatok módszerénél a befejező lépés ismeretének hiánya – a két részfolyamat összekapcsolása a közös atom segítségével – jelenti a fő problémát, illetve az a tévképzet, hogy ha az egyenletrendezés során már minden képlet előtt van együttható, akkor a reakcióegyenlet rendezett. Különösen a próbálgatásnál, de valamennyi egyenletrendezési eljárásnál tévképzet forrása,



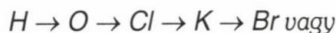
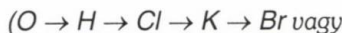
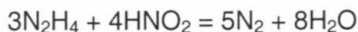
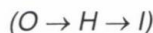
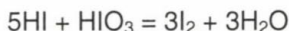
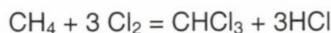
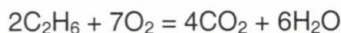
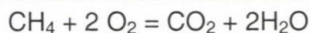
10. táblázat

A 11-12. osztályos tanulók szóbeli interjúja során kapott tipikus megoldások

hogy a rendezett reakcióegyenletben nem írjuk ki az 1-es együtthatót. Ezért a tanulók gyakran úgy veszik, mintha a rendezetlen egyenletben is a képletek előtt 1-es szerepelne. Ennek megnyilvánulása az írásban gyakran észlelt és a szóbeli interjú során megerősített hibás rendezési stratégia. A másik gyakori hibaforrás, hogy a tanulók a rendezés során sem írják ki az 1-es együtthatót, és olykor később megváltoztatják a már rögzített, de nem jelölt sztöchiometriai együtthatót.

Az eredmények alkalmazása a tanításban

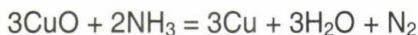
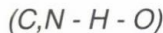
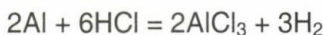
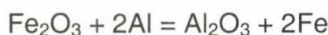
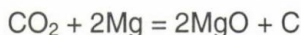
A felmérés eredményeiből a következő javaslatokat tehetjük a mindennapi tanítása gya-



11. táblázat

Feladatok a ránézésre történő egyenletrendezés láncszabállyá alakításához (zárójelben a rendezési lánc)

korlat számára. Először is a tanárnak ismernie kell az egyenletrendezés különböző módszereit, a tanulók várható rendezési stratégiáit, azok típushibáit és tévképzeteit. Az egyenletrendezés tanítása során rá kell szoktatni a tanulókat arra, hogy írják ki az 1-es együtthatót is, így egy fontos hibaforrást sikerül kiiktatniuk. A különböző egyenletrendezési módszerek tanításának helyes útja, ha – a konstruktív pedagógia szellemének megfelelően – a tanulók saját kis hatékonyságú stratégiáiból kiindulva, a feladatok variálásával fejlesztjük ki a nagyobb hatékonyságú egyenletrendezési stratégiákat. Ebben a munkában a kiinduló pont az lehet, hogy a tanulók „természetes” egyenletrendezési stratégiája a próbálgatás. Ebből kiindulva megfelelő feladatsorokkal kialakítható a láncszabály (11. táblázat) vagy a kapcsolt részfolyamatok módszere (12. táblázat).



12. táblázat

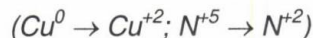
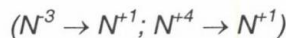
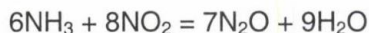
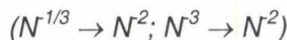
Feladatok a ránézésre történő egyenletrendezés kapcsolt részfolyamatok módszerévé alakításához (zárójelben a rendezés rövidített jelölése)

Az oxidációs szám megismerése után lehet kialakítani az oxidációs szám megváltozásának módszerét olyan példákon keresztül, amelyeket sem a láncszabállyal, sem a kapcsolt részfolyamatok módszerével nem lehet könnyen rendezni (13. táblázat). Nagyon fontos annak tudatosítása, hogy ezek az egyenletrendezési eljárások egymást kiegészítő, egymás mellett élő eljárások, mindegyiknek megvan a maga érvényességi köre és korlátja. Ezért például az oxidációs számon alapuló egyenletrendezési stratégia kialakítása után szembesíteni kell a tanulókat olyan egyenletrendezési problémákkal, ahol az oxidációs szám megváltozásának módszere nem használható, használható viszont a láncszabály vagy a kapcsolt részfolyamatok módszere (14. táblázat).

Az egyes egyenletrendezési stratégiák egymáshoz való viszonyát, kapcsolatát az 1. ábra szemlélteti.

Összefoglalás

Három felmérésben vizsgáltuk a magyar középiskolás (14-18 éves) diákok egyenletrendezési stratégiáit, típushibáit és tévképzeteit. Kiderült, hogy a magyar diákok nem használják



13. táblázat

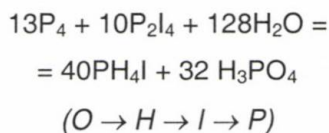
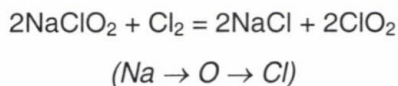
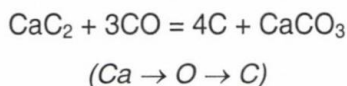
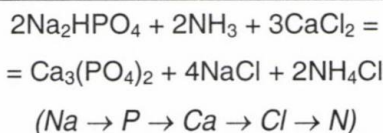
Feladatok a ránézésre történő egyenletrendezés oxidációs szám használatán alapuló eljárásá fejlesztésére (zárójelben az oxidációs és redukciós részfolyamatok)

az oxidációs számon alapuló módszereket, inkább szeretik a ránézésre történő egyenletrendezést. A leggyakrabban használt próbálgatás eredményessége igen változó és használata során két olyan tévképzet okoz problémát, amely arra vezethető vissza, hogy a reakcióegyenletekben nem szoktuk kiírni az 1-es együtthatót és az egyenletrendezés során sem írjuk ki azt. Ugyanakkor, bár az iskolában nem tanulták, kimutatható, hogy a tanulók egy nem jelentéktelen hányada olyan hatékony egyenletrendezési stratégiát alkalmaz, amely megfelel a láncszabály, illetve a kapcsolt részfolyamatok módszere nevű algoritmusoknak. A tanulók egyenletrendezési stratégiáinak feltárása lehetőséget teremt arra, hogy megfelelően megválasztott feladatokkal a saját, általában kis hatékonyságú rendezési stratégiájukat, a próbálgatást, nagy hatékonyságú eljárásokká (láncszabály, kapcsolt részfolyamatok módszere, oxidációs számok megváltozásának módszere) fejleszthessük.

Irodalom

- [1] Cardinali, M. E., Giomini, C., Marrosu, G. (1995): Double disproportionations. *Journal of Chemical Education*, 72 (8) 716.
- [2] Giomini, C., Marrosu, G., Cardinali, M. E. (1994): A puzzling stoichiometry. *Education in Chemistry*, 31 (3) 67.
- [3] Guo, C. (1997): A new inspection method for balancing redox equations. *Journal of Chemical Education*, 74 (11) 1365-1366.
- [4] Herndon, W. C. (1997): On balancing chemical equations: past and present. *Journal of Chemical Education*, 74 (11) 1359-1362.
- [5] Ludwig, O. G. (1996): On balancing „redox challenges”. *Journal of Chemical Education*, 73 (6) 507.
- [6] Tóth, Z. (1997a): Balancing chemical equations by inspection. *Journal of Chemical Education*, 74 (11) 1363-1364.
- [7] Tóth, Z. (1997b): Double redox reactions. *Journal of Chemical Education*, 74 (7) 744.
- [8] Tóth Z. (1997c): Egy konvenció határain túl – avagy redoxiegyenletek rendezése szokatlan oxidációs számokkal. *A Kémia Tanítása*, 5 (1) 3-5.
- [9] Tóth Z. (1998): Új eljárás a reakcióegyenletek rendezésére. *A Kémia Tanítása*, 6 (1-2) 16-19.
- [10] Tóth Z. (1999): A reakcióegyenletek rendezésének módszerei és problémái. *Magyar Kémiai Folyóirat*, 105 (6) 207- 219.

A munkát az OTKA (T-023144 és T-034288) támogatta.



14. táblázat

Feladatok az oxidációs szám használatán alapuló módszer láncszabállyá alakításához (zárójelben a rendezési lánc)

OXIDÁCIÓS SZÁM HASZNÁLATÁN ALAPULÓ MÓDSZEREK

↑↓



1. ábra

A különböző egyenletrendezési stratégiák kapcsolata egymással

Szabó Irén

Verseny a tehetség kibontakoztatásáért

(Négy év tapasztalata)

Két évtizedes pedagógiai gyakorlatom során gyakran tapasztaltam, hogy a tanulók szóbeli kifejezőkészsége, előadásmódja egyre inkább romlik. Az általános iskolában megszokott, többnyire írásbeli számonkérés nagy mértékben háttérbe szorítja a szóbeli kibontakozást. Pedig nagyon sok olyan diák van, aki szóban szívesebben nyilvánul meg, mint írásban, szeret szerepelni és tehetséges is egy-egy területen.

A tehetség kibontakoztatásának és a szóbeli megnyilatkozásnak, úgy gondolom, teret kell adni a tanulók számára már az általános iskolában is, hogy aztán elindulva ezen az úton mind ez könnyen tovább fejleszthető legyen a közép-, illetve felsőfokú oktatásban.

Ezért örültem annak a kezdeményezésnek, amelyet 1998-ban a XVIII. Kémiatanári Konferencia poszterkiállításán láttam: „Mini diákköri konferencia általános iskolásoknak” címmel.

Ez annyira felkeltette az érdeklődésemet, hogy az ötlet szerzőjét, Berecz Péternét, a nyíregyházi Báthory István Általános Iskola kémia szakos tanárnőjét megkérdeztem tapasztalatairól és így elhatároztam, hogy térségünkben válasszunk hasonló versenyt szervezését, illetve a versenyre való felkészítést.

Ekkor találkoztam Dr. Erdősi Ferencnével, a JPTE adjunktusával, aki segítségemre volt a verseny előkészítésében, a zsűri megalakításában és a versenyzők értékelési szempontjainak kidolgozásában.

Elképzelésemet iskolám, a nagyatádi Ady Endre Gimnázium és Szakközépiskola vezetősé-

ge is támogatta és segítséget nyújtott a verseny anyagi hátterének megteremtéséhez szponzorok felkutatásával.

A már negyedik éve megrendezett verseny állandó támogatói a Saubermacher-Ryno Kft, a DÉDÁSZ, valamint a Szalay Könyvkereskedés voltak.

Mivel iskolánkban hatosztályos képzés is folyik, közvetlenül tapasztalhattam meg a 7-8. osztályos tanulók érdeklődését és lelkesedését a pályázat kiírása után.

A pályázni szándékozó tanulókat az anyaggyűjtés, „búvárkodás” a könyvtárban, a háztartásokban használt anyagok „feltérképezése”, az önálló egyszerű kísérletek elvégzése, a jobbnál jobb ötletek egyre inkább a dolgozat megírására sarkallták.

Minden alkalommal három téma közül lehetett választani, melyet egyeztettem az országos versenykiírással, hogy a díjazott, tehetséges tanulók pályamunkáikkal az országos versenyre is benevezhessenek.

Az elmúlt négy év során a következő témák közül lehetett választani:

1999-ben:

- Én és a környezetem
- Az energia
- Szabadon választott, valamint a választott témához kapcsolódó tudósok élete, munkássága

2000-ben:

- A kémia és a mindennapi élet

- Hulladékgazdálkodás és -hasznosítás
- Szabadon választott

2001-ben:

- Megújuló energiaforrások
- Káros szenvedélyek
- Környezetvédelem

2002-ben:

- Fogyasztói szokások környezetvédelmi szemmel
- Élvezeti cikkek és a szervezetre gyakorolt hatásuk
- Magyar kémikusok élete és munkássága

A versenykiírásnak megfelelően, írásban 5-15 oldal terjedelemben dolgozhatták ki a tanulók a választott témát, és azt szakmai zsűri bírálta el az alábbi szempontok alapján:

- A témaválasztás indoklása, gyakorlati jelentősége
- A dolgozat szerkezete, felépítése, logikája, stílusa
- Formai követelmények ← képanyaga, ← kivitelezése, ← szemléltetése, irodalomjegyzék

Ezt követően a tanulók háromtagú szakmai zsűri előtt nyilvánosan szóban is bemutatták munkájukat 5-6 perces önálló előadás formájában, melyet oktatástechnológiai eszközökkel, kísérletek bemutatásával színesíthettek. Majd a bírálók kérdéseire adtak választ témájukkal kapcsolatban.

A szóbeli forduló értékelési szempontjai a következők voltak:

- Az előadó adott-e világos, átfogó képet a feldolgozott anyagról?
- Bemutatta-e az esetleges kutatási módszereit, a következtetéseket?

- Megfelelően dokumentálta-e mondanivalóját, helyesen használta-e a szemléltetési lehetőségeket?
- Az előadás megfelelt-e az előadói követelményeknek? (szerkesztés, szabatosság, világos okfejtés, szakkifejezések helyes használata)
- Mennyiben sikerült érdemben válaszolni a fel tett kérdésekre?

Az írásbeli feladat kifogástalan megoldásával maximum 10 pontot érhetnek el a versenyzők, a szóbeli fordulón szintén.

A jelenlévők sokat tanultak egymás előadásából és az elhangzott kérdésekre adott válaszokból is. Az izgalmas verseny felfokozott hangulatában a felkészítő tanárok, szülők, osztálytársak izgultak a versenyzőkért.

Minden tanuló munkáját emléklappal és egy apró ajándékkal értékeltük. A kiemelkedő teljesítményű diákokat oklevéllel és tárgy- vagy könyvjutalommal díjazta a zsűri.

A legjobbaknak lehetőségük volt a Kémikus Diákszimposiumon való szereplésre.

A négy év során összesen 84 pályázat érkezett, amely 102 tanuló munkája, ugyanis egy pályázatot nem csak egy, hanem két vagy három tanuló is készíthetett.

Úgy látom, hogy az évek során egyre több iskola mérettetett meg a versenyen, nemcsak városunkból és a környező falvak általános iskoláiból, hanem a megye más városaiból is jelentkeztek a felhívásra.

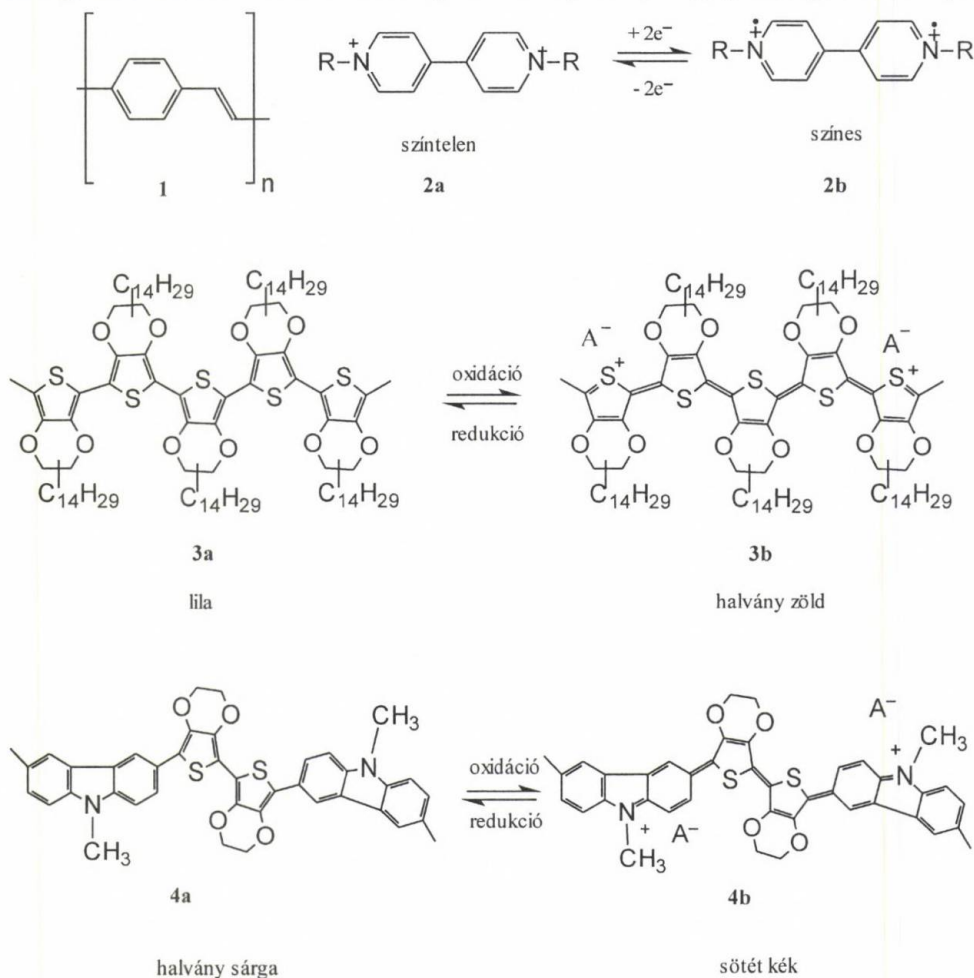
Jó volt látni az arcokon minden esetben megjelenő elégedettséget és a jól végzett munka örömet. Azóta minden tanév szeptemberében már az első órákon megkérdezik tőlem a tanítványaim: „Tanárnő, ugye az idén is lesz Mini diákköri? Tudja már a témákat?” Ez az, ami minden tanévben erőt és lendületet ad számomra az újabb verseny megszervezéséhez az alkotni vágyó, tehetséges diákok kibontakoztatásáért.

Dr. Kálai Tamás

„Kaméleon vegyületek” II.

Előző közleményünkben [1] a fotokróm és termokróm vegyületek tulajdonságairól és lehetséges felhasználásukról esett szó. Jelen ismertetőnkben az elektrokróm, szolvatokróm vegyületeket és a kemikromizmust tárgyal-

juk. Az elektrokróm vegyületek jellegzetessége, hogy elektromos potenciálkülönbség hatására az abszorpciójuk (fényelnyelésük) megváltozik, illetve elektrolumineszcenciát mutatnak. Egyik legelső képviselőjük egy „rendhagyó” módon polime-



1. ábra
Elektrokróm vegyületek

rizált sztirol molekula, a poli(p-fenilvinil) polimer (**1**), amely elektromos potenciálkülönbség hatására zöld elektrolumineszcenciát mutat [2]. Az ilyen típusú polimereket például mobiltelefonok, hordozható számítógépek kijelzőjeként használják. Szintén elektrokróm sajátosságú vegyületek a paraquat [3] típusú vegyületek. A vegyületek redukált formája (**2b**) színes, míg oxidált formája (**2a**) színtelen.

Hasonló elektrokróm vegyületeket használnak például az amerikai légierőnél rendszerezített lopakodó vadászgépek külső burkolatában. Itt nem csak az a követelmény, hogy a gép a radarok számára láthatatlan legyen, hanem az is, hogy időjárás és megvilágítási viszonyoktól függetlenül (pl. vörös vagy szürke égbolt) a vizuális észlelés is lehetetlenné váljon, de legalábbis az észlelési távolság lehetőleg minél kisebb legyen. Természetesen a repülőgépet nem festik át minden bevetés előtt, ehelyett ún. katódosan, illetve anódosan elszíneződő anyagok kombinációját használják a repülőgép borításában.

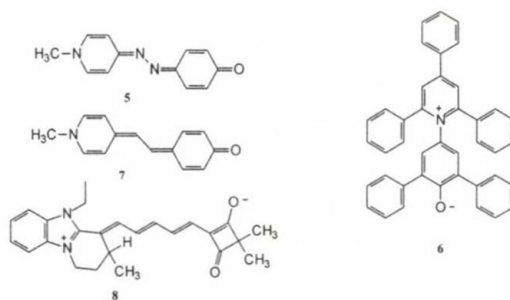
Ilyen anyag pl. a PEDOT-C₁₄H₂₉ (tetradecil szubsztituált poli-3,4-etiléndioxitiófen), amely redukált formájában (**3a**) mély lila színű, míg oxidált formája (**3b**) halvány zöld. A színváltozás mintegy 0,8 s alatt és 1,78 V küszöbfeszültségnél következik be. Anódosan elszíneződő polimer pl. a PBEDOT-NCH₃Cz poli{3,6-bis[2-(3,4-etiléndioxitiófen)]-N-metilkarbazol}, amelynek oxidált formája (**4b**) mély kék színű, míg a redukált formája (**4a**) sárga színű [4] (1. ábra). A két elektrokróm anyagot egy gélelektrolittal kötik össze, majd két átlátszó indium-ón-oxid vezetőréteggel fedett üveg közé helyezik, ezt pedig szigetelő rétegek közé illesztik (2. ábra).

A másik érdekes jelenség a szolvatokromizmus, amellyel gyakorló szerves kémikusok is sokszor találkozhatnak, pl. egy aromás vagy heteroaromás vegyület különböző oldószerekben más-más színnel oldódik. Ha pontosan akarjuk megfogalmazni, a szolvatokromizmus azt jelenti, hogy egy anyagot különböző polaritású oldószerekben oldva változik az anyag abszorpciós helye, intenzitása vagy alakja. Szolvatokrómi jelenséggel találkozhatunk akkor



2. ábra

A lopakodó vadászgépek színváltoztató burkának vázlatos felépítése



3. ábra

Szolvatokrómi anyagok

is, ha pl. a jódolt benzolban vagy etanolban oldjuk, az előbbi lila színű oldatot ad, az utóbbi barnás-vöröses színűt. Itt a színváltozás a jód-molekula és az oldószer kölcsönhatására vezethető vissza [5]. Hasonló jelenség figyelhető meg a fullerének esetében is [6].

A következőkben azokat a szerves szolvatokrómi vegyületeket tárgyaljuk, ahol a színváltozás két rezonancia határszerkezetre vezethető vissza: egy kinoidális, kevésbé poláros vagy apoláros, és egy aromás, erősen poláros vagy ikerionos szerkezetre. Ha az abszorpciós hullámhossz nő (batochróm vagy vörös eltolódás) az oldószer polaritásával, akkor pozitív, ha csökken (kék vagy hipszokrómi eltolódás), akkor negatív szolvatokromizmusról beszélünk. A legelterjedtebbek a merocianin (**5**, **6**, **7**) illetve a meropolimetin típusú szolvatokrómi festékek **8** [7] (3. ábra). Az 50-es években felmerült, hogy ezeknek a szolvatokrómi vegyületeknek a segítségével definiálják az oldószerek polaritását [8]. Ma ezeket az anyagokat nemlineáris optikai eszközökben és a lézertechnikában használják.

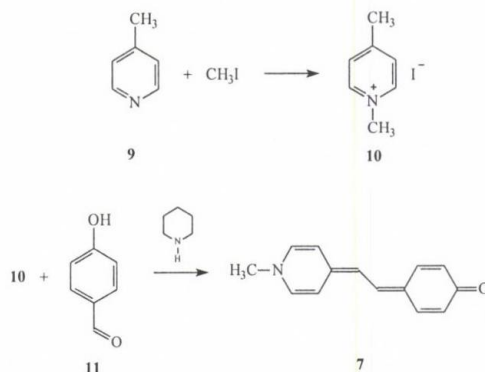
Hogyan lehet ilyen vegyületeket szintetizálni és hogyan működnek ezek? Ezt a **7** molekula példáján keresztül mutatjuk be.

Az 1,4-dimetil-piridinium-jodid (**10**) szintézise [9, 10] (4. ábra): egy 25 ml-es gömblombikba mérjük be 1 cm³ (0,01 mol) 4-metilpiridint (**9**), 3 cm³ 2-propanolt és 0,65 cm³ (0,01 mol) metil-jodidot, majd a reakcióelegyet 30 percig visszafolyatáshűtő alatt főzzük. Kihűlés után a kivált kristályokat szűrjük, termelés 0,7-1,5 g, op.: 144 °C. A keletkezett anyagot azonnal továbbvisszük a következő lépésbe.

1-Metil-4-[(4'-oxociklohexa-2',5'-dienilidén)-etilidén]-1,4-dihidropiridin **7** szintézise: Egy 25 ml-es gömblombikban a **10**-es vegyületből 1,17 g-ot (0,005 mmol), 4-hidroxi-benzaldehidből (**11**) 611 mg-ot (0,005 mmol) feloldunk 10 cm³ etanolban, hozzáadunk 0,4 cm³ piperidint (kb. 4-5 csepp) és az oldatot 22 órán át refluxoltatjuk. Kihűlés után a kivált csapadékot szűrjük, 2 cm³ etanollal mossuk. A kivált anyagot 35 cm³ 0,2 M KOH oldatban kevertetés közben feloldjuk és az oldatot 72 °C-ra melegítjük. Kihűlés után a ki-

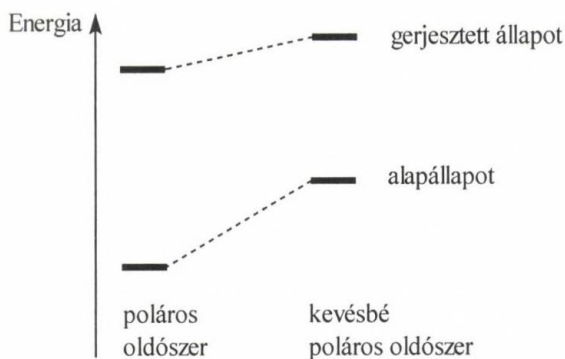
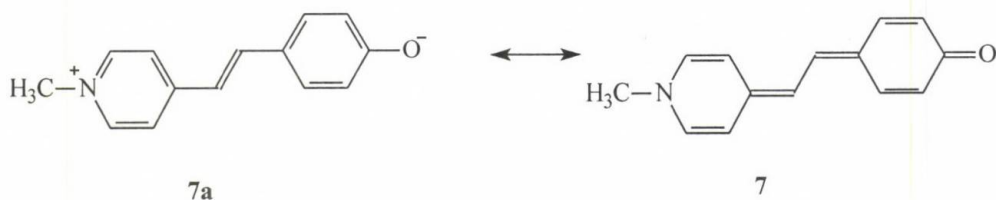
vált borvörös kristályokat szűrjük, kevés jeges vízzel mossuk. Termelés kb. 1,0 g op.: 230 °C (bomlik). **Figyelem: a metil-jodid mérge, a 4-metilpiridin kellemetlen szagú, csak tanárok dolgozzanak vele fülke alatt! A 4-hidroxi-benzaldehid porát ne lélegezzük be, bőrről irritációt okoz!**

A fenti festékekkel végezzük el a következő kísérletet: 6 kémcsőbe külön-külön tegyünk 10-10



4. ábra

A **7** szolvatokróm vegyület szintézise



5. ábra

A **7** szolvatokróm anyag rezonancia batárszerkezetei és viselkedése poláros és kevésbé poláros oldószerekben

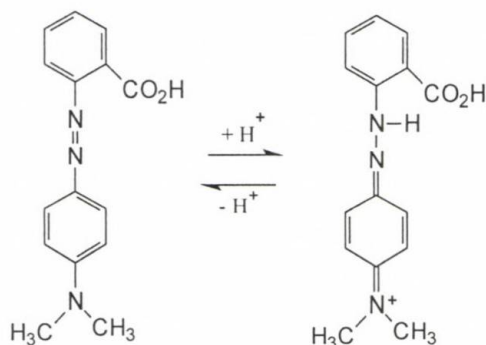
cm³ vizet, metanolt, etanolt, 2-propanolt, piridint és acetont. Majd mindegyik kémcsőbe rakjunk 50-50 mg-ot a szolvatokrómi anyagunkból. Figyeljük meg, hogy a víz sárga színű lesz, az alkoholok a vörös különböző árnyalatait produkálják, míg a piridin kék színt, az aceton lila színt mutat. Ha az utóbbiakat (piridin, aceton és alkoholok) vízzel hígítjuk, az oldatok „kiszárgulnak.”

Ezeket a színváltozásokat úgy értelmezhetjük, hogy míg a **7a** ikerionos formában a poláros oldószerben a molekula alapállapota stabilizált, addig a kevésbé poláros oldószerben az ikerionos forma a kevésbé stabilis. Fényabszorpciókor az elektronok gerjesztődnek és a molekula pozitív vége felé vándorolnak, ez csökkenti a molekula dipólusmomentumát (a **7** határszerkezet felé közelít a molekula), és ezzel együtt a gerjesztett állapot stabilitását is a poláros oldószerben. Ebből következik, hogy a poláros oldószerben az elektronok gerjesztéséhez nagyobb energia, azaz rövidebb hullámhosszúságú kék színű fény kell, ennek a komplementer színét, azaz a sárgát látjuk vizes oldat esetén, illetve vízzel való hígításkor. A kevésbé poláros acetonban a szolvatokróm anyag a hosszabb hullámhosszú, kisebb energiájú sárga fényt nyeli el, ezért ennek a komplementer színét látjuk lilának (5. ábra).

A szolvatokromizmust meg kell különböztetni a kemikromizmustól, aminek alapján pl. a sav-bázis indikátorok is működnek. Utóbbiaknál a savi és bázikus forma színei közötti különbségért a protonálódás-deprotonálódás miatt kialakuló eltérő szerkezetek a felelősek. Ezeknél az anyagoknál az oldószer azonos, (általában víz) a színváltozás csak a pH változás hatására következik be. A 6. ábrán a pH = 4,4-6,2 között átcsapó metilvörös indikátor savi, illetve bázikus formáját tüntettük fel [11].

Végezetül, a cím alapján kérdezhetjük, hogyan is változtatja a színét a kaméleon?

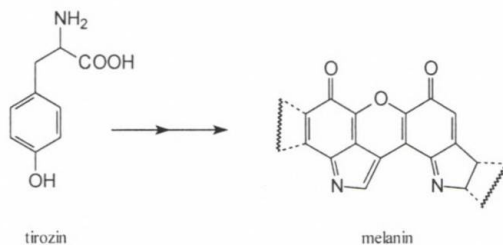
A kaméleon a tirozin nevű aminosavból létrejövő melanint használja a színváltoztatáshoz (7. ábra). Egyébként az ember bőrében is képződik melanin, pl. az anyajegyekben nagyobb a koncentrációja. A kaméleon képes arra, hogy a hámsejtjeiben egy kapilláris-rendszer segítsé-



sárga, bázisos forma

vörös, savas forma

6. ábra
A metilvörös indikátor savas,
illetve bázisos formái



7. ábra
A tirozin és a melanin szerkezete

gével változtassa a melanin koncentrációját s ezáltal a bőr színét [12].

Összefoglalva, az elektrokróm és a szolvato-
króm anyagok bemutatásán keresztül rávilágít-
hatunk a rezonancia szerkezetek jelentőségére és
pl. szakkörön vagy órán a szolvatokromizmus
bemutatása igen látványos kísérlet lehet. Az elő-
ző ismertetőben [1] bemutatott termokróm és
fotokróm anyagokkal együtt tárgyalva a diákok
számára érdekes ízelítőt adhatunk abból, hogy
a modern technológiák századunkban milyen
anyagokat használnak fel.

Irodalom

- [1] Kálai, T.: A Kémia Tanítása. 8(3), 2000, 13. o.
- [2] Christie, R. M.: Colour Chemistry. RSC paperbacks, Cambridge, 2001, 189. o.
- [3] Kálai, T.: A Kémia Tanítása. 5(2), 1997, 11. o.

- [4] Kingston, R. Chemistry in Britain. 35(10), 1999, 24. o.
- [5] Kőrös, E.: Molekulakomplexek. Akadémiai Kiadó, Bp., 1975.
- [6] Braun, T.: A káprázatos C_{60} molekula. Akadémiai Kiadó, Bp., 1996.
- [7] Buncel, E. – Rajagopal, S.: Acc. Chem. Res. 23, 1990, 226. o.
- [8] Kosower, E. M.: J. Am. Chem. Soc. 80, 1958, 3253. o.
- [9] Tietze, L. F. – Eicher, Th.: Reactions and Synthesis in the Organic Chemistry Laboratory. University Science Books, Mill Valley, 1989, 368. o.
- [10] Wilcox, C. F. – Wilcox, M. F.: Experimental Organic Chemistry. Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1995, 458. o.
- [11] Pungor, E. – Buzás, L.: Analitikai Kémiai Kislexikon. Műszaki Könyvkiadó, Bp., 1978.
- [12] Atkins, P. W.: Molecules. W. H. Freeman and Company, New York, 1991, 158. o.

Meleg István Alapítvány a Kémia Oktatásáért

A 2001. év végén tragikus hirtelenséggel elhunyt Meleg István tanár úr barátai, kollégái és volt tanítványai abból a célból, hogy emléke, pedagógiai munkássága méltóképp megőrződjék, tartós közérdekű célra alapítványt hoztak létre.

Az alapítvány célja: A középiskolai kémiaoktatás támogatása, ezen belül kiemelten a szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnáziumban folyó képzés támogatása.

Feladatul tűzi ki, hogy kiemelt segítséget nyújt

- az iskola tanulóinak részvételéhez különböző szaktárgyi versenyeken,
- középiskolai kémiaverseny szervezéséhez és lebonyolításához.

Támogatja

- a tanulók jutalmazását kiemelkedő tevékenységükért,
- a hosszabb időn át eredményesen dolgozó pedagógusok elismerését, melynek keretében Meleg István Emlékdíjat alapít,
- a kémia oktatásában használt felszerelések, eszközök bővítését és korszerűsítését, az oktatás színvonalának emelését,
- Meleg István munkáinak (jegyzeteinek rendezését és kiadását).

Az alapítvány határozatlan idejű, nyitott és nyilvános. Az alapítványt a Csongrád Megyei Bíróság 2002. július hó 17-én nyilvántartásba vette. Az alapítvány vagyonát, amelyet a fenti célok megvalósítására kell felhasználni 9 tagú kuratórium kezeli, amelynek elnöke dr. Penke Botond akadémikus, titkára dr. Bari Ferenc (BARI@phys.szote.u-szeged.hu).

**Az alapítvány vagyonát a Külkereskedelmi és Hitelbank kezeli,
számlaszáma: 10201006-50187331.**

Az Alapítványhoz valamennyi magyar és külföldi állampolgár és jogi személy, valamint bármilyen magyarországi és külföldi közösség kapcsolódhat, ha céljaival egyetért, azt anyagi vagy bármilyen más eszközzel támogatni kívánja.

További információkat egy rövidesen elkészülő internetes honlapon lehet majd megtalálni.

Dr. Galbács Zoltán

Kétséges megoldások

Magyarországon több tízezer távfűtött lakás van. A távfűtő mű költségét és hasznát a fogyasztók megtérítik, a költségeket azonban szét kell osztani a fogyasztók között. Ennek ideális alapja lehetne az egyes lakások által „fogyasztott” hőmennyiség. Mérése elvileg egyszerű. A lakásba bejövő fűtővezetékbe egy melegvizet vízóráttal iktatnak, amely a fűtőtesteken átáramló víz mennyiségét méri. Ezen kívül meg kell határozni a lakásba belépő és kilépő víz hőmérsékletét. Ha például 1 liter átáramló víz hőmérséklete 1 °C-kal csökkent, akkor tudható, hogy a fűtőtest által a lakásnak átadott hőmennyiség 1 kcal, azaz 4,14 kJ. Időről időre mérve a vízmennyiséget és a hőmérséklet különbséget, pontosan megállapítható a fogyasztott hőmennyiség. (A mérés lehetséges, az integrálást, az összegzést elektronikusan meg lehet oldani.)

A lakások túlnyomó többségében nem ezt, hanem inkább egy közelítő megoldást használnak. A **hőmennyiség mérése** és integrálása helyett **hőmérséklet mérést** és integrálást, egy egyszerű kémiai integrálást választottak.

A lakások fűtése a szoba levegőjénél mindig magasabb hőmérsékletű vízzel történik. A fűtőtest fém burkolatát belülről a melegvíz melegíti, kívülről a szoba levegője hűti. Ez a hőegyensúly egy „közbülső” hőmérsékletet állít be. Ha a radiátor szelepét nyitva nagyobb melegvíz áramot engedünk, akkor az egyensúly magasabb radiátor hőmérsékleten áll be. A radiátoron elhelyezett folyadék párolog, annál jobban, minél magasabb hőmérsékletű a radiátor. Ha viszonylag lassan párologó (alacsony

gőznyomású, magas forráspontú) folyadékot választunk, akkor még hónapok múlva is maradhat vissza egy kevés folyadék a párologtató edényben.

Ezt a kémiai integrálást használják. Aki járt már távfűtött lakásokban, láthatta a radiátorok közepére szerelt (fémesen érintkező) fémtokos szerkezetet, benne színes folyadékot tartalmazó csővel (csövekkel). A közel 140000 távfűtött lakásban vagy metil-benzoátot, vagy hexanolt párologtatnak. A metil-benzoát forráspontja 199 °C, a hexanolé 157 °C. A párologtató csövecskék tipikusan 1,65 cm³ oldatot tartalmaznak. (A cső belső átmérője 5 mm, hosszúsága 84 mm. Az 1,35 g hexanol, illetve 1,8 g metil-benzoát elpárolgása során kedvezőtlen esetben is csupán 54 mg/m³ (hexanol), illetve 72 mg/m³ (metil-benzoát) légtérkoncentráció alakulhat ki a fűtött helyiségekben. A reális körülmények között ennél alacsonyabb a légtérkoncentráció.

A vegyületek csak szembe jutva, bőrre kerülve, lenyelve jelentenek veszélyt. Azon el lehetne gondolkodni, hogy miért épp ezt a két folyadékot, miért nem egy még kevésbé irritáló kémiai anyagot terjesztettek el a „költségmegosztó” párologtató készülékekben.

A kémikus máson is gondolkodhat. Maga a mérési mód sok hibát rejt magában. A legnagyobb, elvi hiba az, hogy hőmérsékletet mér.

Tegyük fel, hogy télen valamelyik lakásban nyitva marad az ablak (vagy a lakók távollétében betört az ablak, vagy egyszerűen nagyon meleg lenne, és ezért nyitott ablakkal szellőztetnek, stb.). A téli hideg levegő aka-

dálytalanul bejut a szobába, hűti a radiátort. Következésképp a költségmegosztó alacsonyabb hőmérsékleten párologtat. Kevesebb hőfogyasztást jelez majd, mint az, amelyik „ép” lakásban működik.

Vehetjük az ellentétes esetet. Valaki, akinél a radiátorszelep felakadt (emiatt nem tudja csökkenteni a fűtővíz áramát), azért, hogy ne legyen nagyon meleg a szobában, tanult emberre jellemző gyors megoldást választ: pléddel, hőszigetelő anyaggal beborítja a fűtőtestet. A szobában nem lesz nagyon meleg, de a fűtőtest, a párologtató készülék magasabb hőmérsékletű lesz, következésképp gyorsabb párologtatással nagyobb hőfogyasztást jelez, amely a valósággal ellentétes.

Az is előfordulhat, hogy valaki a házigyári lakásokban szükséges egészséges légnedvességet úgy biztosítja, hogy egy nedves textíliát terít a fűtőtestre, és azt rendszeresen újra nedvesíti. Megtörténhet, hogy a nedves textília rálóg a költségmegosztó készülékre, amelyet rendszerint a fűtőtest közepére, félmagasságba szerelnek. A hűtött költségmegosztó, ekkor is kevesebbet mutat.

A költségmegosztó készülék mindig párologtat. Ha a fűtést befejezik áprilisban és a költségmegosztó csövecskék leolvasása csak május végén történik meg, akkor a 25-30 °C-os fűtetlen radiátorok egyhavi párologtatása hamis eredményt ad.

A készülék felszerelése, a szezononkénti cseréje díja, a leolvasás költsége kétségesse teszi, hogy egyáltalán kifizetődő-e ez a megoldás, függetlenül attól, hogy elvileg hibás.

Megoldásként – ha már nem alkalmazzuk az ideális módszert – javasolható egy jobb közelítés, költségmegosztás. Ha technikailag lehetséges, hogy egy lakásba egy fűtőcső érkezik, akkor szereljenek fel egy melegvíz mérőórát. Ezen mérhető az átfolyt fűtővíz mennyisége. A köz-

ponti fűtőmű úgyis méri, hogy mennyi hőt szolgáltatott. Ezt a mennyiséget, a „költséget” osszák szét a lakások között annak arányában, hogy az egyes lakások mennyi fűtővizet engedtek át a radiátorukon. Az így használt melegvíz nem az ún. használati melegvíz. A radiátoron átengedett víz csak kevésbé hűl le és a fűtőműben újra melegítik, pótolják a hőtartalmat. Ezzel szemben a „használati melegvíz” a fürdőszobában teljesen elhasználódik (amiben mosdunk), mert az a lefolyóba kerül.

Ez a megoldás is egyfajta közelítés. Talán jobb, mert

- nem bűdös, az egészségre nem ártalmas,
- nem kell csöveket cserélni,
- a fűtési szezon végével bármikor leolvasható, hiszen ha a fűtőmű nem áramoltat fűtővizet, közben az óra áll,
- a költsége (az óra felszerelése) nem magasabb az elterjedt megoldásnál.

Egyik hátránya, hogy az ún. szovjet típusú, egy-csöves fűtésű házigyári lakásokban nem alkalmazható. (?)

Ha a gondolkodó olvasó más hátrányokat is talál, vagy jobbat tud ajánlani, írja meg a szerkesztőségnek, vagy a szerzőnek (6701 Szeged, Pf.: 440.)!

Ha mégis az elterjedt párologtató csöves megoldást alkalmazzák inkább, írják meg, mivel helyettesítenék a metil-benzoátot vagy hexanolt!

Helyesbítés

A 2003/1. számban a Búcsú a kémiától? című cikk 14. oldalán Berkes Lajosnak, a zirci III. Béla Gimnázium és Művészeti Szakközépiskola tanárának neve hibásan szerepel.

Dr. Szalay Tibor

Mindennapi kémia IV.

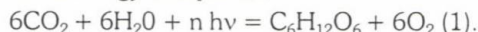
Az élet forrása és fenntartója a víz

Bevezetés

A Földön az egyik legnagyobb mennyiségben előforduló és a leghétköznapiabb, ha nem is mindenki által jól ismert anyag a **víz**, aminek vegyi képlete: H_2O^1 . Mennyiségét $2 \cdot 10^{18}$ tonna = $2 \cdot 10^{23}$ dkg értékűre becsülik. (Az utóbbi mérőszám érdekessége, hogy nagyságrendileg megegyezik az Avogadro-állandóval)². Elégé ismert, hogy a Föld felszínének mintegy kétharmadát tengervíz borítja, továbbá hogy az **édesvíz** az összesnek csupán 2%-a (= $4 \cdot 10^{21}$ dkg). [1, 2]

Iskolai tanulmányaink egyik alapvető és igazán nagy jelentőségű fogalma a *fotoszintézis*, hiszen nélküle nincs élet.

A fotoszintézis (vagy asszimiláció) lényegét formálisan – így írhatjuk fel:



Tehát a fotoszintézis során *szén-dioxidból és vízből glükóz (= szőlőcukor) és oxigéngáz keletkezik*. (Bővebben [5, 6].)

A gyorsulva fogyó másodlagos energiaforrások (kőolaj, földgáz, kőszén) pótlására ideális nyersanyagnak látszik a víz, ezen alapszik a jövő *hidrogéngazdasága*. [7]

Nem árt arra sem kitérni, hogy testünk 70-80%-a víz³, ami döntő jelentőségű nemcsak az élet lefolyása, milyensége/minősége, hanem az *egészséges életmód* megtervezésében, kialakításában és fenntartásában is.

¹ Egy provokatív „közvélemény-kutatás” szerint a megkérdezettek túlnyomó többsége nem ismerte fel, tehát nem tudta, hogy mit jelent a dihidrogén-oxid megnevezés, és hogy ennek a tudományosan megnevezett anyagnak, milyen kedvező, illetve rossz tulajdonságai vannak. Előfordul-e a természetben, lehet-e toxikus stb. (Mi lesz később, amikor az immár minimálisra csökkentett órászámúra kárhóztatott kémiai tanuló diákok lépnek ki az „Életbe”? Ki kérheti utólag számon ezt a felelőtlen döntést? A kémiai ismeretek hiánya egyszerűen reménytelen helyzetbe hozza a jövő társadalmát!)

² Ezen adatokat alapján ki - ki beláthatja, hogy mennyire felbecsülhetetlen nagyságú szám a kémikusi gondolkodás kulcsfogalma, az Avogadro-állandó [3]

³ Gondoljunk arra is, hogy a víz gyakran fizikailag (felületi erővel) és kémiai (szerkezetileg), netán „csak” kolloidálisan (emulzióban, hidroszolban, zagyban), biológiailag (sejtnevelésként) stb. kötve van, esetleg csak be van zárva, az emberi testben vagy általában az élőlényekben. Tehát csak egy kis hányada szabad víz, vagyis az életfolyamatokat fenntartó oldószerként, illetve közegként van jelen. Konkrétan pedig az anyag-, illetve a hőtranszportban, a hőmérséklet-, nyomás- és ozmózisnyomás-kiegyenlítésben. Következésképpen a test „működésében”, az anyagcserében, a bejutó anyagok lebontásában és felépítésében, a sejtek és szövetek növekedésében, stabilizálásában, megújulásában, a főlegessé vált anyagok eltávolításában stb. Miközben „természetesen” a kötött és szabad víz állandóan cserélődik. Ezt a folyamatosan megújuló és az egészséges szervezetben harmonikus egyensúlyt értelemszerűen befolyásolja a táplálkozás és az ürítés (divatosan az input és az output) milyensége, valamint a mindenkor munka, vagy általánosságban a mozgás stb., rövidebben: az életmód. Mennyivel egyszerűbb eleve kevesebb energiataralmú anyagot bevenni, mint bármilyen csodaszerral meggátolni a főlegessé vált anyagok megkötődését? (Soha sem közvetlenül az energia kötődik meg, hanem az elfogyasztott étel-miszer, mint anyag, ami csak hordozza a „kalóriát”, szemben azzal, amit a megtévesztő reklámok hirdetnek!) Jóllehet, az étel-miszerek fogyasztását kalóriatartalmuk alapján ajánlják, írják elő az adott feltételeknek megfelelően. Jó tudni, hogy átlagosan 2-3 liter/nap a fogyasztásra ajánlott folyadékmennyiség.

Napjaink egyik bosszantó és szégyenteljes jelensége, (mert a tudásalapúnak hirdetett társadalom megvalósíthatóságának a kétségessé-gét jelzi), hogy a „hazamentő csodatevők” gát-lástalanul és széleskörűen használhatják ki a tájékozatlanságot, a gondolkodási restséget, a hiszékenységet (rövidebben: a butaságot). **Szinte korlátozás nélkül, büntetlenül le-het visszaélni a tudomány fogalom- és eszköztárával.** E becslések egyik közkedvelt anyaga, főszereplője a „természetesnek”, és/vagy „különlegesen” kezeltként reklámozott víz. (L. „pívíz”, csökkentett deutérium-tartalmú víz, rézbánya-lé, tavak és tengerek vize, kon-centrátuma stb.) [3, 4]

Amit (mindenkinek) érdemes (lenne) tudni a vízről

Biztosan az egyik leginkább és legkiterjed-tebben tanulmányozott anyag a víz. A min-dennapi ember számára azonban mégsem lehet kellően ismert, ha ennyire és ily széleskörűen vissza lehet élni vele. Ezért is lényeges, hogy rendszeresen, folyamatosan és visszatérően fog-lalkozunk vele.

Miközben elvileg jól tudhatjuk, mert annyira „természetes”, hogy a hőmérséklet *Celsius féle* skáláját is a vízre, mégpedig az olvadás- (és fa-gyás-) pontjára (0 °C), illetve forráspontjára (100 °C) alapozzuk. (Hajdan egy egyetemi hall-gató 1000 °C-ra hitelesítette a hőmérő skáláját, a víz forráspontja alapján!)

A *tiszta víz* (standard $p=0,1$ MPa/ nyomá-son) ebben a hőmérséklet-tartományban folya-dék halmazállapotú, alatta meg *szilárd*, vagyis jég. A jég hő felvétele közben *szublimál* (a folya-dékállapotot „kihagyva” válik gőzzé, vagyis gáz halmazállapotúvá). Természetesen a folyadék víz *elpárolgásakor* is gőz keletkezik, de ne fele-djük, hogy a jég, a víz és a gőz – széles hőmér-séklet-tartományban, de mindenkor az uralko-dó nyomástól függően – **termodinamikai**

egyensúlyban van egymással, és hogy (standardnyomáson) a víz csak 100 °C felett fordulhat elő kizárólagosan gőzként (L. a víz fá-zisdiagramja. [2]).

A víz fagyása és a gőz lecsapódása, vagy kondenzálódása *hőfelszabadulással* jár, ezért le-het általában a növények, konkrétan pedig a gyümölcsösök fagykárosodását *vízpermete-zéssel* csökkenteni, amennyiben a várható lehű-lés – fagypont alatt – csak néhány °C. Tartós, pl. – 3 °C hőmérséklet esetében azonban a képző-dő, vastag jéggréteg már nem védi, hanem káro-sítja, mert roncsolja a rügyeket!

A víz egyik legérdekesebb tulajdonsága az *autoprotolízis*, amely folyamatban a vízmoleku-lák spontán hidrogén-, illetve hidroxónium-/ H_3O^+ és hidroxid $/OH^-$ -ionokra esnek szét, (disszociálnak):



Vízben a hidrogénion (H^+ = proton) „csupa-szon” soha nem fordul elő, mert (1+3+9 stb.) vízmolekulát koordinál. Ezért nemcsak a jég-nek, hanem a *víznek is van szerkezete*. A proto-nok körül a vízmolekulák koordinációja, vagyis a rendezettsége a hőmérséklet emelkedésével csökken, aminek az a következménye, hogy pl. a 4°C hőmérsékletű víz sűrűsége a legnagyobb (1,0000 g · cm⁻³). A *kisebb sűrűségű jég úszik a vízben, aminek biológiai jelentősége beláthatat-lanul nagy, óriási*. (Rádásként a jég még jó hő-szigetelő is!)

A tiszta vízben (standard feltételek mellett) a $[H^+] = [OH^-] = 1.10^{-7}$ mol · dm⁻³, ezért a *víz gyenge elektrolit, vagyis vezeti az elektromossá-got*. A víz tisztaságának a legjobb mértéke a *faj-lagos elektromos vezetés*. A kémiailag tiszta ví-zé, pl. $\kappa = 4 \cdot 10^{-8}$, a vezetőképességi vízé pedig $4 - 10 \cdot 10^{-6}$ S · cm⁻¹. Az utóbbit vagy *kétszeres desztillálással*, vagy – napjainkban – inkább már *ioncserével* („ionmentesítéssel”) állítják elő.

Vízhez fűződik a kémia további nagyon fon-tos fogalma, a **pH** is, ami a vizes oldatok savas-

ságának, vagy lúgosságának a mértéke. Sörensen eredeti (3) definíciója szerint:

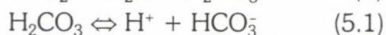
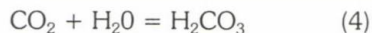
$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] \quad (3),$$

ami híg oldatok esetében változatlanul érvényes, de ha $[\text{H}^+] > 1 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ -nél nagyobb, akkor az oldatok pH-ja már egy viszonylagos számtól, a hidrogénion-aktivitástól (a) függ. (Az elektrokémiai úton meghatározott pH-ból mindig aktivitás skálában származtatható a hidrogénion-koncentráció. A (3) definícióból következik, hogy az egységnyi hidrogénion-aktivitású oldat pH-ja = 0, az egységnyi hidroxidion-aktivitású oldat pedig 14, minthogy a víz ionszorzata $K_W = 1 \cdot 10^{-14}$.) [8]

Az anyagok tisztasága

Az emberi hiszékenységgel kihasználásának tudatos megtevése egyik igen elterjedt eszköze, a **természetes eredet** – mint minden elsőprő érv – **hangoztatása**. Jóllehet, az **anyagok értékét és minőségét soha nem az eredet, hanem a tisztaság és az azonosság határozza meg**. Hiszen mindenekelőtt ettől függenek a fizikai, kémiai, biológiai stb. tulajdonságok, vagyis a hasznosság. Nagyon sajnálatosan, a médiumokban gyakran pejoratív kicsengéssel használják a kémiai anyag kifejezést, a kemikália fogalmát. **Fontosabb pedig az a tény, hogy egy anyag mire használható, milyen különleges fizikai, kémiai, biológiai, vagy éppen gyógyászati stb. tulajdonságai vannak.** [9, 10]

Különösen a mindennapi ember feledkezik meg könnyen arról, esetleg soha nem is gondol/hat arra, hogy még a **tiszta levegővel érintkező, tiszta víz sem tisztán és csupán vizes oldat** (1. előbb: protolízis), mert induláskor az először fizikailag oldódó szén-dioxid (CO_2) (többségében) szén-savvá (H_2CO_3) alakul át (kémiailag), miközben azonnal ionjaira disszociál:



Az utóbbi egyensúlyokat a $K_1 (= 4,45 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3})$ és $K_2 (= 4,84 \cdot 10^{-11} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3})$ állandókkal jellemezhetjük. [11] Az első adat egyben azt is jelenti, hogy az *eredetileg autoprotolízis következtében még semleges kémhatású tiszta vízben* megnövekszik a hidrogénionok koncentrációja (túlsúlyba kerülnek a hidroxidionokkal szemben), **ezért még a tiszta levegővel érintkező, tiszta víz is eleve savas kémhatású**. (Minél lúgosabbá válik „a víz” (pl. friss betonban a „pórusvíz” pH-ja kb. 12), annál inkább érvényesül az (5.2) folyamat, vagyis előtérbe kerülnek a karbonátionok a hidrokarbonát anionokkal szemben. Következésképpen – a példánál maradva – fokozatosan elkarbonátosodik a beton, szilárdsága és teljesítménye leromlik.) Természetesen minél szennyezettebb az atmoszféra, a légtér, annál inkább változik „a víz”, mint oldat összetétele. (3, 12, 13]

A termálvizek gyógyhatása

Egy igen csak elgondolkodtató esetről értesültem, miszerint vita tárgyát képezte néhány éve, hogy *milyen rádiumemánáció-koncentrációtartományban optimális adott termálvizek gyógyító hatása*. A hosszas szakmai vitát egy nagy tapasztalatú fürdőorvos hozzászólása „zárta”, aki szerint **a fürdővizek gyógyhatása látványos eredmény**. A javuló állapot (közérzet) mindenekelőtt a megváltozott életritmus/életmód, a pihenés és az étkezés rendszeressége, a kikapcsolódás, masszázs stb. következménye.

Érdekességgént említem, hogy igen hosszú időre nyúlik vissza az a tapasztalat, miszerint a fürdőzés nemcsak kellemes és frissítő, hanem gyógyhatású is. Különösen, ha a víz sok ásványi anyagot, és elsősorban, ha különféle sókat tartalmaz.

A tartós és rendszeres fürdés az emberi test egésze tisztulásának egy fontos módja, melynek

során a bőrön keresztül sok mérgező anyag távozik. (Egy orvos, egy napilapban tett – szerintem – téves közlése szerint egy átlagos ember bőrfelülete kb. 2m^2 , ám a pórusok, és ezek nyomán a másod- és harmadrendű felületek révén, molekuláris szinten gondolkodva, a tényleges felület ennek tízszeresét, sőt százszorosát is elérheti, mint ahogyan ugyan ő, a tüdőét ez utóbbival egyezően (kb. 170m^2) vélte jellemezhetőnek, utalva a tüdő felépítésére, mikroszerkezetére.)

A kifejtettek nyomán az a gyanúm támadt, hogy az átlagos emberi életkor növekedéséhez nem kis mértékben járulhatott hozzá a fürdőzés általánossá válása, vagyis **az emberi testnek a víz útján történő közvetlen tisztulása.**

A csökkentett deutérium-tartalmú víz problémaköre

Jmmár sokéves vita folyik a magát molekuláris biológusnak vélő feltaláló és a csökkentett deutérium-tartalmú víz daganatsökkentő hatását kétségbe vonók (elsősorban kémikusok) között. [14] Mi sem jellemzőbb a szóban forgó feltalálóra, hogy egy napilapban megjelent nyilatkozatára beküldött észrevételeimet, többek között a következő szavakkal kísérelte meg elhárítani, mintegy „megsemmisíteni”: „...Sajnálatosnak tartjuk, hogy egy a XXI. sz. elején folyó alapvetően molekuláris biológiai kutatásról és gyógyszerfejlesztésről pusztán az 1959-ben megjelent tankönyv alapján alkotott véleményt” – fejezi be válaszelevelét a genetikus kutató. [15]

A szóban forgó napilapnak beküldött észrevételeim alátámasztására a következő táblázati adatokat idéztem [16]:

A vízmolekulák izotópok szerinti eloszlása a közönséges vízben:

H_2O^{16}	99,76%
H_2O^{18}	0,17%
H_2O^{17}	0,037%

HDO^{16}	0,0322%
HDO^{18}	$6,4 \cdot 10^{-5}\%$
HDO^{17}	$1,2 \cdot 10^{-5}\%$
D_2O^{16}	$0,3 \cdot 10^{-5}\%$
$\text{D}_2\text{O}^{18} + \text{D}_2\text{O}^{17}$	$0,1 \cdot 10^{-5}\%$

Megjegyzés: a felső indexek az adott atom tömegszámát jelentik.

A valóban 1959. évi kiadású tankönyv 382. oldalán még ezt is olvashatjuk: „...ha vizet forralunk, az eltávozó gőz mintegy 5%-kal szegényebb D_2O -ban, mint a kiindulásul szolgáló víz...”

Megkockáztattam azt is kijelenteni, hogy még frakcionált desztillációval sem lehet gazdaságosan és jelentős mértékben csökkenteni a víz deutérium-tartalmát. Az erre történő hivatkozás csupán arra jó, hogy az egyszerűen **csak „kiszerezelt”,** bármilyen vizet méreg drágán lehessen forgalmazni és eladni. (Ellenőrizze bárki is a palackok összetételét valamilyen rendszerességgel? L. a hónapokon át forgalmazott, „ólmozott” paprika ügye. Kit vontak/vonnak felelősségre a folyamatos ellenőrzés elmaradásáért?)

Milyen felkészültségű lehet az a molekuláris biológus, aki nincs tisztában pl. az *évszázadok óta ismert, de azért még érvényes (!)* „tömeghatás” (pontosabban koncentrációhatás) törvényével, továbbá az ún. *izotópeffektussal*, amely ugyan éppen a hidrogén és a deutérium viszonylatában (a tömegarányuk nagysága miatt) a legnagyobb. Ez utóbbival kapcsolatban a kinetikus *izotóphatásról*, többek között ezt olvashatjuk: „Második példaként vizsgáljuk meg a deuterálás hatását egy olyan reakció sebességére, amelyben a sebesség-meghatározó lépés, egy C – H kötés hasadása... a C – H kötés elhasadása **hétyszer gyorsabb** a C – D kötésénél, szobahőmérsékleten, ha minden egyéb feltétel azonos. A lényegi oka ennek a C – H kötés nagyobb zérusponti energiája.” [17]

A ³ lábjegyzetben utaltunk arra, hogy az emberi test víztartalma legalább 70%, aminek dön-

tő többsége kötött. A napi 2 liter „vitaqua” fogyasztása esetében sem lenne számottevő a deutériumkoncentráció-változás, még ha a deutérium-tartalom netán megközelítené a 0-t, mert a kb. 10-15 literre becsülhető mobilis (= szabad) víz eleve meglévő deutérium-tartalma miatt, viszonylag gyorsan beállna egy átlagos, az eredetihez közeli deutérium koncentráció-érték. Továbbmenően a napi étel-miszer-fogyasztás következtében is jelentős mennyiségű víz képződik (a lassú „elégés” során), hiszen az étel-miszerek többsége nemcsak víz alakjában tartalmaz hidrogént. (L. szénhidrátok, zsírok stb.) A kötött állapotú víz esetében a koncentrációcsökkenés, a hidrogén és deutérium-csere következtében még ennél is jelentéktelenebb, tehát nagyon lassú lehet az emberi test egészében.

Ezek után, ki-ki döntse el, kinek lehet igaza. Amint láttuk, a termálvizek példájában sem annyira egyértelmű a gyógyító hatás mibenlétének a tudományos megközelítése.

Összefoglalás

„Ha azt akarják megtudni, hogy a 'köz' mit vár el egy terméktől, akkor olyan személyeket kérdeznek meg, akiknek a terméket szánják. Ilyen esetekben a kérdezőnek igen alaposan körül kell néznie, mert a rossz mintavétel anyagi hátránnyal járhat a kérdező 'szerv' számára. Igaz, van még egy lehetőség a javításra, a **reklám**. Véleményem szerint a reklámok nagy része hazugság.” [4]

Fried Ervinnek ezt a megállapítását vélem igazolódni a vízzel kapcsolatban is, ezért fogalmaztam meg újabb fejtegetéseimet.

Mint mindig, most is arra törekedtem, hogy elősegítsem a kémikusi gondolkodásmód és –különösen – a kritizáló szemlélet kialakulását.

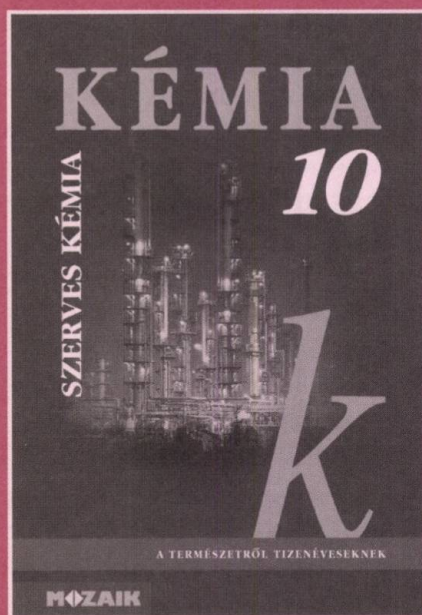
A Tisztelt Olvasók belátására bízom, hogy érdemes-e.

Irodalom

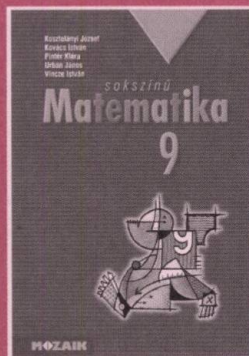
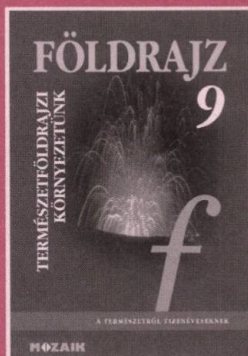
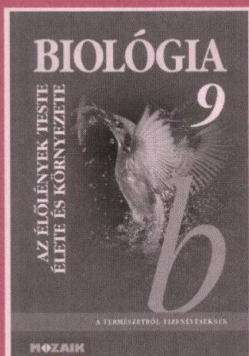
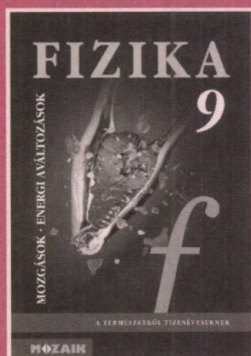
- [1] Schiller R.: Rendszertelen bevezetés a fizikai kémiába a hidrogén ürügyén. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1987, 149. lap
- [2] Greenwood, N. N., Earnshaw, A.: Az elemek kémiája II. 844. oldal, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1999
- [3] Szalay T.: Mikor víz „a víz”? TERM. VII. 1999/6. 253-256
- [4] Fried E.: A közzétett közvélemény csapdái. Ibid. 2002/3. 132-133
- [5] Römpf: Vegyészeti lexikon. Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1960. I. kötet 161. oldal
- [6] Nagy L., Massimo T.: Tanulhatunk-e a molekuláktól? A mesterséges fotoszintézis megvalósításának a lehetőségei. TERM. VII. 2000/2. 58-61
- [7] Szalay T.: Érdekességek a kémia történetéből IV. Az első tüzelőanyag-cella, a durranógáz-elem. KÉM. TAN. 2002/1. 19-24
- [8] Inzelt Gy.; Barangolás a pH körül. TERM. VII. 2002/5. 209-213
- [9] Szalay T.: A kémiai (molekuláris) szemléletmód érvényesítése. Ibid. 1999/3. 3-6
- [10] Szalay T.: A tájékoztatás és tudatformálás előfeltétele a szavak és fogalmak értése és megértése. Ibid. 200 1/2. 9-18
- [11] Mint [2], de I. kötet 414. oldal
- [12] Szalay T.: A felszíni víz és tisztításának kémiai háttere. A Kémia Tanítása XXV, 169 (1986)
- [13] Szalay T.: A beton és a vasbeton a kémia és az elektrokémia tükrében. A Kémia Tanítása 1999/5. 3-12
- [14] Gondolkozzunk, ha már vagyunk! (Beck Mihály akadémikussal beszélget Bencze Gyula) TERM. VII. 1995/2. 88-90
- [15] BLIKK 2001. 12. 5. 12. oldal
- [16] Lengyel-Prosz-Tsarvas: Általános és szervetlen kémia. Tankönyvkiadó, Bp. 1959, 372. oldal
- [17] Atkins, P. W.: Fizikai Kémia III. kötet 855 és 872. oldal, Tankönyvkiadó, Bp. 1992. Debrecen, 2002. O5. 14.

A TERMÉSZETRŐL TIZENÉVESEKNEK A NÉPSZERŰ SOROZAT ÚJABB KÖTETEKSEL BŐVÜLT

Megjelentek a tankönyvcsalád
6. és 10. évfolyamos kötetei:
a Természetismeret 6., az Egészségtan
modul 6., a Földrajz 10., Fizika 10.,
Kémia 10. és a Biológia 10. tankönyvek.
Az általános iskolai tankönyvekhez
munkafüzetek és tudásszintmérő
feladatlapok kapcsolódnak. A tantervek és
tanmenetek a kiadó honlapján találhatóak
meg. A tankönyvcsalád kiemelkedő
színvonalát az elmúlt évben is rangos
versenyen ismerték el: elnyerte
a Szép Magyar Könyv 2001 Verseny
tankönyv kategória díját.



A SZÉP MAGYAR KÖNYV 2001 VERSENY DÍJNYERTES KÖTETEI



MOZAIK KIADÓ

Levélcím: 6701 Szeged, Pf. 301.

Telefon: (62) 470-101, Fax: (62) 554-666

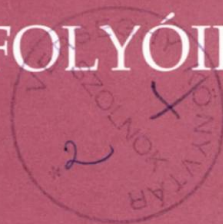
E-mail: kiado@mozaik.info.hu

MOZAIK KÖNYVESBOLT

1082 Budapest, VIII. Üllői út 70., Tel.: 31-42-612

www.mozaik.info.hu

MOZAIK
www.mozaik.info.hu



A kémia tantárgy helyzete
és fejlesztési feladatai

(Fernengel András)

Szelektivitás –
specifitás a szerves
kémiai reakciókban

(Dr. Makleit Sándor)

Kísérletezzünk, de óvatosan!

(Dr. Galbács Zoltán)

Életközeli kémia
a szakiskolában

(Dr. Kisfaludi Andrea)

XI. ÉVFOLYAM 2003

3

A KÉMIA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Főszerkesztő:

Dr. Adamkovich István

A szerkesztő munkatársai:

Kószó Katalin

Németh Veronika

Dr. Tóth Zoltán

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3/B

Tel.: (62) 470-101,

FAX: (62) 554-666

Kiadó:

MOZAIK Kiadó Kft.

Felelős kiadó: Török Zoltán

Tördelőszerkesztő: Forró Lajos

Borítóterv: Deák Ferenc

Megrendelhető:

MOZAIK Kiadó Kft.

6701 Szeged, Pf. 301

Éves előfizetési díj: 1200 Ft

A lap megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltokban:

Budapest VIII., Üllői út 70.

Megjelent az Oktatási

Minisztérium támogatásával.

A Kémia Tanításában megjelenő

valamennyi cikket szerzői jog

védi. Másolásuk bármilyen

formában kizárólag a kiadó

előzetes írásbeli engedélyével

történhet.

ISSN 1216-7576

Készült

az Innovariant Kft.-ben, Szegeden

Felelős vezető: Drágán György

TARTALOM

A kémia tantárgy helyzete és fejlesztési feladatai

Fernengel András vezetőtanár,

ELTE Trefort Ágoston Gyakorlóiskola, Budapest

Szelektivitás – specifitás a szerves kémiai reakciókban

Makleit Sándor emeritus professzor,

DE Szerves Kémia Tanszék

Kísérletezzünk, de óvatosan!

Dr. Galbács Zoltán egyetemi docens, SZTE

Életközeli kémia a szakiskolában

Dr. Kisfaludi Andrea középiskolai tanár

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve (két példányban), floppy lemezen vagy e-mailen (kattila@mozaik.info.hu) küldjük meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 8-10 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés). A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utaljanak rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézetek név- és évszámjelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalom alfabetikus sorrendben készüljön. Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.

Fernengel András

A kémia tantárgy helyzete és fejlesztési feladatai*

A kémia helyzete a tantárgyi modernizációs folyamatban**

Az 1978-as tanterv – az akkor világszerte elterjedt tartalomközpontú tantervfejlesztési irányzatnak megfelelően – az anyagszerkezeten alapuló kémiatanítást honosította meg a magyar közoktatásban. A tananyag jelentős ismerethalmazt ölelt át, a kémia tudományának logikája szerint következetesen rendszerezve. A hetvenes évek végén ez az ismeretközpontú tanterv korszerű volt. A régebben tanító tanárok többsége nehezen szokta meg az anyagszerkezetre alapozott tananyagot.

A hetvenes évek vége óta világszerte több paradigmaváltás zajlott le a pedagógia és a tanuláspszichológia műhelyeiben. A tudáskonceptió változásai egészen más tantervek fejlesztését kívánták meg. Hazánkban viszont a világ, az élet változásai alig érintették az iskolát, a tantervet. Az elmúlt évtizedekben a közoktatásban tanított kémiatananyag nagyon soknak és kevéssé alkalmazhatónak bizonyult a mindennapi életben. A rendszerváltást megelőző és követő években a pedagógustársadalom alkotó rétegében megfogalmazódott az igény a tartalmi és szemléletbeli változásra, amely a kilencvenes években lassan el is indult. A frissen alakuló is-

kolatípusok számára új taneszközök készültek. A szerzők újragondolhatták a kémiatanítás célját, feladatait, tananyagát, és a közben kialakuló tankönyvpiac is az érdekesség, a látványosság, az életközeli szemlélet előtérbe helyezését követte. Az új könyvek színvonala különböző volt, de a szemléleti változás megindulását jelezték.

A Nemzeti alaptanterv nagyrészt lineárisra tette a tananyag-elrendezést, és az Ember és természet műveltségterületre együtt tartalmazott óraszámajánlást, de a három idetartozó természettudományi tárgyra külön-külön nem. Fontos fejlesztési követelményeket fogalmazott meg a műveltségterület egészére, amelyek a képességfejlesztést állították előtérbe. Mivel a rendelkezésre álló időkeret csak az általános iskolai oktatásban szűkölt, a korábban használt tankönyvek feszebb tempóban ugyan, de megtaníthatók maradtak a hagyományos módon, így a kívánt változások nem jelentek meg az iskolák mindennapjaiban: nem csökkent a tananyag, és nem mozdult el a tanítás a képességfejlesztés irányába.

A NAT annyiban érintette a kémiatanítást, hogy az általános iskolák jelentős részében csökkent az óraszám, a 7–8. évfolyamon 2–2 óráról 1,5–1,5 órára. A 11–12. évfolyamot az alaptanterv nem szabályozta, így a középisko-

* A szerző hasonló tartalmú írása megjelent az Új Pedagógiai Szemle 2002. szeptemberi számában

** A tanulmány egy kilencfős szakértői csoport segítségével készült. Tagjai több évtizedes tapasztalattal rendelkeznek a kémia tanításáról és a közoktatás rendszerében elfoglalt helyéről. Egyetemi és főiskolai módszertani oktatók, tankönyvszerzők, tankönyvszerkesztők, szaktanácsadók, gyakorlóiskolai vezetőtanárok: Hajós István, Kecskés Andrásné, Oláh Zsuzsa, Róka András, Rózsahegyi Márta, Siposné Kedves Éva, Tóth Zoltán, Victor András, valamint a szerző. A tanulmány a csoport tagjainak véleményéből kiindulva, velük egyetértésben, a szerző megfogalmazásában és egyéni kiegészítéseivel készült.

lákban a korábbi hagyományoknak megfelelően a 11. évfolyamon megmaradt a heti két kémiaóra. Ez az óraszámcsökkenés alaposan meggyengítette az általános iskolai kémiatanítást, mindenekelőtt azért, mert a változatlan tananyagot csak erőltetett menetben lehet befejezni 25 százalékkal kevesebb idő alatt. Alig maradt idő a gyakorlásra, kísérletezésre, érdekességekre, pedig éppen ezekre lenne nagy szükség az órákon. A kémia a heti egyórás tantárgyak közé került, ami erősen rontja a tanítás és tanulás hatékonyságát. Fél éven át heti egy óra van az általános iskolák többségében a hetedik évfolyamon is, – amikor a kémia belépő tárgy – és a nyolcadik évfolyamon is, amikor a tanév utolsó harmadában már nagyon nehezen lehet eredményesen tanítani.

A kerettanterv bevezetése egyrészt komoly csapást mért a kémiatanítás korábban megszokott struktúrájára, másrészt lépéskényszerbe hozta a szakmát, ami reményt ad a pozitív irányú változások felgyorsulására.

- A közoktatás tizenkét évfolyamát tekintve ez a tantárgy szenvedte el a legnagyobb arányú óraszámcsökkenést.
- A lineáris tananyag-elrendezés komoly belső problémákat okoz a tananyag szervezésében, hiszen a szerves kémia teljes egészében kimarad a középiskolák témakörei közül.
- Sok iskolában egyetlen kémia szakos tanár dolgozik, ami jelentősen csökkenti az iskolán belüli érdekérvényesítés és a szakmai kapcsolattartás lehetőségét.
- Két év kihagyás után kell a diákoknak felkészülniük az érettségi és a felvételi vizsgára, miközben a vizsgára készülő diákok létszáma gyakran nem teszi lehetővé fakultációs csoport indítását.

A kerettanterv ugyanakkor némi tananyagcsökkenést ír elő (a NAT-ban rögzített tananyag érvényben maradt), és komoly szemléleti változást követel a kémiatanároktól. Komoly hang-

súlyt kapnak az egész tantervet átható alapelvek:

- az akadémikus tudás helyett a mindennapi élethez kapcsolódó tananyagszervezés,
- a tevékenységen keresztül megvalósuló képességfejlesztés,
- az élményszerű kémiatanítás igénye,
- a kísérletek és a modellezés kiemelt szerepe,
- a környezetvédelmi kérdések háttérének megvilágítása,
- a problémamegoldó feladatok,
- a számítástechnika alkalmazása,
- az írott és a szóbeli kommunikáció gyakoroltatásának előtérbe helyezése.

A kerettanterv az anyagszerkezeti megközelítés túlsúlyától – annak szükséges és kellő arányú megőrzése mellett – visszabillent a mérleg nyelvét kiegyensúlyozottabb helyzetbe, ahol a leíró és az anyagszerkezeti kémia, a többi tantárggyal közösen megvalósított képességfejlesztés jobban figyelembe veszi a diákok életkori sajátosságait és hosszú távú érdekeit.

A kerettanterv a kémiát és a többi természettudományi tantárgyat kötelezővé tette a szakiskolákban, ami fontos előrelépés a korábbi tantervekhez képest.

A kerettanterv a kémiát tanító tanárok többsége szerint előremutató célokat fogalmaz meg, mégis szakmai és egzisztenciális bizonytalanság lengi körül. A vereségpszichózison túl gondot okoz, hogy a felmenő rendszerben megjelenő tankönyvcsaládok közül a kezdőkötetek alapján kell választani, hogy a követelmények teljesítéséhez szükséges eszközök sok helyen nem állnak rendelkezésre, és, hogy a kerettanterv olyan módszertani kultúrát követel a tanároktól, amilyenre sokan nem érzik felkészültnek magukat.

Kérdés, hogy a következő években a kerettanterv pozitív elképzeléseit át lehet-e ültetni a mindennapok gyakorlatába. Mennyire fogja befolyásolni a megfogalmazott célokat az éretti-

ségi követelmények megjelenése, a tankönyv-engedélyezés gyakorlata, az iskolák eszközellátottsága és a pedagógusok szakmai kompetenciája?

A NAT és a kerettanterv következetes megvalósítása sokat emelne a kémiatanítás színvonalán. Mégis szükség lenne ezek módosítására, a következő változtatásokra:

- az általános iskolában 2-2 órára kell emelni a kémia óraszámát;
- a középiskolában további tananyagcsökkentésre lenne szükség;
- a 11–12. évfolyam fakultációs tananyagára is kerettantervi ajánlást kell készíteni;
- a 10. évfolyamon befejeződött tantárgyak esetében az érettségizők számára a 12. évfolyam, a felvételiző diákok számára a 11–12. évfolyam fakultációs óráit kötelezővé kellene tenni a jelentkezők létszámától függetlenül.

A tantárgyat érő kihívások

Az elmúlt évtizedek tartalmi korszerűsítése mindenekelőtt a környezeti problémák tárgyalásában jelent meg a kémiában. A globális és helyi környezeti problémák megértéséhez szükséges kémiai ismeretek hamar helyet kaptak a tankönyvekben. A mindennapi élet gyorsuló gazdasági-technikai fejlődése, az információk gyorsuló áramlása is tartalmi kihívást jelent az egyre több és egyre szélesebb körben használt ismeretanyag és az egyre több hír miatt.

A NAT tananyagcsökkentését a tankönyvek és a vizsgák követelményei nem vették figyelembe. A kerettanterv megjelenése új helyzetet teremtett, mivel a kisebb óraszám mellett a korábbi tananyagot annyira kell csökkenteni, hogy az új tartalmak és az új tevékenységek is helyet kapjanak a tankönyvekben, illetve az órákon, és még a szabadon felhasználható időkeret is megmaradjon.

A *tananyag felépítése* a leíró kémia tekintetében lineárisra válik: leíró szerves kémiát csak általános iskolában, leíró szerves kémiát

csak középiskolában tanulnak a gyerekek. Szerzetlen kémia csupán az általános kémia illusztrálásaként, igazolásaként fordul majd elő a középiskolában. Az érettségi és felvételi vizsgára az általános iskolában szerzett szerves kémiai tudással kell majd felkészíteni a diákokat, ami a jelenlegi keretek között szinte lehetetlennek tűnik. Az átállás a szakma számára komoly kihívást jelent, és bizonyára nem lesz zökkenőmentes.

A legnagyobb kihívás a kémiatanárok számára a szemléleti és módszertani változás szükségessége. Többségük ritkán mutat be kísérletet, többnyire „krétakémiát” tanít. A diákok ezt a kémiatanítást súlyos kritikával illetik, amikor az utolsó vagy az utolsó előtti helyre rangsorolják a tantárgyak tetszési sorrendjében. Az idő túlhaladta ezt a tanítási módszert.

Az utóbbi évtized iskolás gyerekei sokkal szívesebb, mozgalmasabb, pergőbb ritmusú, szabaddabb és több lehetőséget kínáló világban élnek, mint a tizenöt-húsz évvel ezelőtti diákok. Ezek a generációk nem vagy nehezen viselik el, hogy két színnel nyomott könyvekből, kísérletek nélkül, elvont fogalmakkal magyarázzunk számukra érdektelen, soha nem látott anyagokról, folyamatokról. Sok tanár úgy éli meg ezt a helyzetet, hogy régen tudott tanítani, most már nem tud.

Kérdés, hogy a módszertani változást kitől várhatja a szakma: az innovatív pedagógusoktól, a felsőoktatástól, a kutatóktól vagy a könyvkiadóktól? Eltérő súllyal, de egyformán fontos szerepe lenne minden résztvevőnek ebben a folyamatban. A minisztérium feladata és felelőssége a paradigmaváltás stratégiai kidolgozása és lassú, türelmes véghezvitele. A hazai közoktatásban a legtöbb módszertani újdonságot a környezeti neveléssel foglalkozó szakemberek alkalmazták az elmúlt másfél évtizedben (projektek, csoportos foglalkozások, témahetek, térepen végzett vizsgálatok, a környezeti neveléshez és a természettudományos tananyaghoz kapcsolódó játékok). A kémia a környezeti nevelés tematikájának jelentős részét tartalmazza. Itthon és külföldön is lenne miből meríteni.

A szemléleti váltás jelentős része a megjelenő tankönyveken, munkafüzeteken és az érettségi vizsga követelményein keresztül juthat el a tanárokhoz és a diákokhoz.

Az élményszerű, szemléletes, képességfejlesztő kémiatanítás metodikájának egy részét tanulták a kémiatanárok. A kísérletezés és kísérleteztetés, a modellezés minden kémiatanár képzésében hangsúlyt kap. A tanárok általában mégsem alkalmazzák ezeket a tevékenységeket óráikon, mert

- sok iskola nem rendelkezik forrásokkal a leromlott szertár szintre hozásához;
- komoly munka egy szertárt felszerelni a szükséges vegyszerekkel és eszközökkel, laboráns nélkül tisztán és rendben tartani, kísérleteket előkészíteni és bemutatni, illetve irányítani;
- senki nem kéri számon a tanórán, ha éveken át nem végez kísérleteket, nem modellez a diákjaival;
- sem órakedvezményrel, sem anyagilag nem ismerik el az ezzel járó többletmunkát;
- a tanár igényes és eredményes vagy igénytelen tevékenységének nincs sem pozitív, sem negatív következménye.

A képességek fejlesztésének előtérbe helyezése paradigmaváltást jelent a korábbi ismeretközpontú oktatáshoz képest. A hazai közoktatásban nincsenek ennek hagyományai, gyökerei. Nincsenek ilyen jellegű továbbképzések. Ritkán jelennek meg olyan cikkek, amelyekből egy-egy ötletet át lehet emelni a gyakorlatba. A kémia képességfejlesztő tanításának nincs szakmódszertani irodalma. Nincs honnan, kitől megtanulni a képességfejlesztő tervezés és óraszervezés módszereit.

Az ismeretközpontú közoktatásnak megfelelően ismeretközpontú az egyetemi és főiskolai tanárképzés is. Bár a tanárok munkaidejük legnagyobb részében gyerekekkel foglalkoznak, és nem a kémia tudományát művelik, képzési idejük kis részét fordíthatják csupán a pszichológi-

ai, pedagógiai, módszertani tanulmányaikra, és e stúdiumok hatékonysága is gyakran hagy kívánnivalót maga után. A tanárképzés lépéshátterében van a képességfejlesztés terén: ma sem vértetik fel ennek módszertanával és gyakorlataival a hallgatókat. A tanárképző főiskolákon a hallgatók képzése során ugyan nagyobb súlyt kap a pedagógia és a módszertan, mint a tudományegyetemeken, de a képességfejlesztésre történő felkészítés még a főiskolákon sem elégséges.

Szakmódszertani kutatásokra kevés a pénz, pedig aligha lehet színvonalas kutatás nélkül eredményes oktatást művelni. Mindössze a kémiatanárok szórványos, egyéni, elszigetelt ötletei, próbálkozásai és a tanárképző intézmények említett kezdeményezései jelzik, hogy a szakma érzékeli a problémát.

A kémiatanárok szakmai-módszertani fejlődését szolgálják a továbbképzések, konferenciák és a módszertani folyóiratok. A *továbbképzések* 120 órás, kötelező rendszerének kialakítása hasznos volt. Az elmúlt években azonban több gond csökkentette a hatékonyságát.

- A továbbképzések teljesítését sok iskolában nem segítik, illetve nem ellenőrzik.
- A kezdetben elegendőnek tűnő pénzkeret kevésnek bizonyult, mire a tanárok megszokták a továbbképzési lehetőségeket.
- A tantestületek korösszetétele erősen befolyásolja, hogy mekkora összegre van szükség egy-egy iskolában.
- A rendelkezésre álló forrásokat csökkenti, hogy sok esetben átképzésre fordítják a pénzkeret jelentős részét.
- A kémiai tárgyú akkreditált továbbképzési programok száma igen nagy, és a felsőoktatási intézményekben elindultak a szakvizsgára felkészítő továbbképzések is.
- Az érdekeltek viszonylag kis száma és a lehetőségek széles köre nagyon megosztja a jelentkezőket, ezért sok értékes program nem indul el.

– Sok a rövid és alacsony szakmai színvonalú program, amely azokat vonzza, akik a legkisebb energiával éppen csak teljesíteni szeretnék előírt kötelezettségüket.

A kémia tanárok kétségkívül legnagyobb találkozója, tapasztalatcseréje a két évenként megrendezésre kerülő Országos Kémia tanári Konferencia. Ennek költségei azonban annyira megemelkedtek az elmúlt években, hogy ez távol tartja az érdeklődők egy részét.

Tagadhatatlan, hogy a mindennapi élet sok mozzanatának megértéséhez a kémiai ismeretek nélkülözhetetlenek. Szinte nem telik el hét, hogy ne érkezzenek olyan itthoni vagy külföldi hírek, amelyek háttérét a kémiai ismeretek adják. (Gondoljunk az olajszökítésre, a tisztai ciánszennyezésre, a globális környezeti problémákra, a francia partok olajszennyezésére, az ausztrál bozóttüzekre, a metilalkohol-lopásokra és -mérgezésekre, a szilikonos plasztikai műtétekre, a házi akkumulátorbontás okozta ólommérgezésre.)

Ennek ellentmondani látszik, hogy a kémia évtizedek óta versenyfutásban van a fizikával a legnépszerűtlenebb tantárgy címért. Pedig ha hozzáértő, elhivatott, sokat dolgozó kolléga munkálkodik egy átlagos anyagi lehetőségekkel rendelkező iskolában, akkor nyilvánvalóvá válik a diákok, a szülők és a tantestület számára is, hogy milyen mélyek a kémia *motivációs lehetőségei*. A kerettantervben megfogalmazott célkitűzések igyekeznek előtérbe állítani ezt a motiváló erőt. Amennyiben sikerül a közoktatásban a kémia tanítás súlypontjait az élményszerű, képességfejlesztő tanulás irányába mozdítani, akkor a tantárgy motiváló ereje jelentős mértékben meg fog mutatkozni.

A kémia és az egész közoktatás szempontjából fontos, hogy a tanárok ne kérjék számon a felvételi vizsgák követelményeit azokon, akik nem ilyen irányban tanulnak tovább. Kéthárom diák miatt ne tegyék tönkre másik 25-30 tanuló kémiai tanulmányait, ne idegenítsék el őket a kultúra kémiának nevezett területétől.

A felvételi vizsgákra való felkészítés terét a 11–12. évfolyam fakultációs órái adják meg. Az ezt megelőző években személyre szabott feladatokkal, szakkörökkel lehet mélyebb ismeretekhez juttatni az érdeklődő diákokat.

A *továbbtanulás szempontjából* fokozatosan csökken a kémia jelentősége. A pályaválasztás anyagi szempontjainak előtérbe kerülésével leértékelődtek a természettudományi pályák.

Kedvezőtlen a tanárképzés helyzete is. A tanár szakos hallgatók teljesítményének átlaga az elmúlt években erősen csökkent. Nem ritka az, hogy hiányosak a végzős hallgatók és a friss diplomás tanárok kémiai ismeretei (például nem érti a cisz-transz izomériát, hibázik az egyenletek felírásakor, nincs tisztában az atomszerkezet középiskolai „mélységeivel”), de több esetben intelligenciabeli és kulturális szakadék figyelhető meg egy jobb gimnáziumi osztály és a gyereket tanítani hivatott tanárjelölt között. Ezek súlyos, figyelmeztető jelek.

A kémia tanításához egy előadóteremre és egy szertárra van szükség az iskolában. Megfelelő méretű mosogatóval és szárítólehetőséggel rendelkező, célszerűen bútorozott és felszerelt szertár nélkül nem lehet a kémia tanítás követelményeit teljesíteni. Az előadó elszívóval rendelkező vegyi fülkéje, gázzal, árammal és esetleg vízvételi lehetőséggel ellátott asztalai, sötétítő függönyei szintén fontosak. Ha egy iskola nem rendelkezik kémiai előadóteremmel – ami a régi épületekben gyakran előfordul –, akkor néhány kísérletet egyáltalán nem lehet elvégezni, de sokkal nagyobb baj, hogy az egész kísérletezés nehézkessé, sőt balesetveszélyessé válik az eszközök és anyagok folyosói mozgatása miatt. Ebben a helyzetben az iskolák szükségmegoldásként egy szertárhoz közel eső termet használnak előadás-szerűen. A biztonságos és az egészséget nem veszélyeztető kísérletezés feltételeit minden iskolában meg kell teremteni.

A szerény adottságokkal, *szociális vagy kulturális hátrányokkal* rendelkező gyerekek mérsekeltlen terhelhetők elvont kémiai fogalmakkal, összefüggésekkel. Sok tapasztalat, kézbe vehető

eszköz, közelről vizsgálható anyag és változás segítségével velük is szép eredményeket lehet elérni. Ha ezekből indulunk ki, akkor meglepően sok elvont fogalmat értenek meg, sajátítanak el ezek a diákok is.

A tankönyvek és taneszközök

A tantárggyal kapcsolatos *fejlesztések* az elmúlt évtizedekben a tankönyvkiadás területén valósultak meg a leglátványosabban. A kilencvenes években a tankönyvpiac kialakulása minden eddiginél nagyobb választékot teremtett. (Jelenleg 16-féle tankönyv van forgalomban a kilencedik évfolyamon.) Színvonaluk, kiállításuk és tartalmuk változó. Kapható színes és két színnel nyomott, illetve reál érdeklődésű diákoknak szánt, van 4, 6 és 8 évfolyamos középiskoláknak készült könyvsorozat. Az egyik tankönyv megjelenését szakmai elismerés követte, a másik ellen az alapvető hibák sokasága miatt tiltakozott a szakmai közvélemény.

A tankönyvek színesedése és tartalmi, szemléleti korszerűsödése megindult. Általában több kísérletre hívják fel a figyelmet, sorra tárgyalják a környezetvédelmi témákat, több életszerű helyzetet és a diákok életében fontos szerepet játszó anyagot említenek szemléltetésként. Módszertani szempontból lassúbb a változás. A tankönyvek, munkafüzetek elvértve adnak lehetőséget tevékenységek végzésére, problémák megoldására, még ritkábban projektmunkára, csoportban megoldandó feladatokra. A tankönyvek kínálata mindemellett bőséges.

Érdekes, hogy a szerzők és a kiadók egy része úgy gondolja, hogy az általa vélt szakmai színvonal és a megfelelő példányszám eladásához szükséges popularitás között kell egyensúlyoznia. Az általuk színvonalasnak tartott könyvek rendelése csökken, míg jó néhány felszínebb mű eladott példányszáma nő. A színvonal számukra inkább a tudományos szempontokat, a feldolgozott ismeretek mennyiségét, összetettségét jelenti, semmint a didaktikai, módszertani megújulás irányába történő elmozdulást. Ebben

a tekintetben pedig kiemelkedő szerepük van a tankönyveknek és munkafüzeteknek. A nyomtatott taneszközökben a kémia tananyagának megfelelő feldolgozása mellett meg kellene lennie olyan, jól megfogalmazott feladatok sokaságának, amelyek a tanórákon, a szakkörökön, az otthoni tanulás során képességfejlesztő tevékenységeket foglalnak magukban. Ha ez így lenne, akkor a tanárok kipróbálnák ezeket a feladatokat, megéreznék a hatásukat, és lassan átalakulhatna a szakma módszertani kultúrája. Ennek a változásnak persze csak akkor van esélye, ha a tankönyvekben a tantervi tananyag szűken értelmezve jelenik meg. Ha a tanárok nagyon feszített tempóban is alig tudják feldolgozni a tananyagot, akkor a változásnak, megújulásnak nincs semmi esélye.

Segédkönyvek jelentek meg a kísérletezésről, a mindennapok kémiájáról, a példamegoldásról, tesztfeladatokról, versenyfeladatokról. Az egyetemi tankönyvkiadásnak is voltak olyan kötetei, amelyek használhatók a közoktatásban (kémiatörténet, szervetlen kémia stb.) A digitális médiában néhány oktató CD és internetes próbálkozás (Sulinet, Kation, Kémcső, Kemavill, Chemonet) képviseli a kémiát.

A tankönyvek iránt van kereslet, de mivel a kémiát kevesen választják érettségi és felvételi tárgyként, és kevés tanár tanítja, az egyéb taneszközök szempontjából nagyon kicsi a piac. Senki sem fektet be jelentős összegeket a kémiai taneszközök fejlesztésébe, mivel a kis darabszám miatt a termékek aránytalanul drágák lennének. Ezért nem készülnek elegendő számban segédanyagok, módszertani kiadványok. Az oktatáspolitikai kormányzati ciklusokhoz igazodó jelentős változásai is visszatartó erőt jelentenek a módszertani könyvek írásában és kiadásában. A kapható eszközök terjedését korlátozza az iskolák gyenge pénzügyi helyzete.

A *példatárak*, *kísérletgyűjtemények*, *tesztbankok* választéka megfelelő a korosztály és a mélység tekintetében az ismeretközpontú tanítás gyakorlata szempontjából. A módszertani

összefoglaló művekben és az ismeretterjesztő, tudománytörténeti irodalomban hiány mutatkozik, részben a hazai módszertani kultúra sekélyessége és a kutatás gyenge lehetőségei, részben a szűk piac miatt.

A közoktatás jelenlegi gyakorlatában a kémia kínálja a legtöbb alkalmat demonstrációs és tanulókísérletekre. Ez nagy képességfejlesztő és motiváló lehetőséget rejt magában, ami csak megfelelő eszközállomány segítségével valósítható meg.

A kísérleti eszközök és anyagok piacán megjelent Európa kínálata, európai árszinten. A Tanért, majd a Calderoni hagyományos, változó minőségű, „fapados”, de sokszor jól sikerült és elérhető áron forgalmazott termékei eltűntek. Az iskolafenntartók lehetőségei kevés kivételtől eltekintve erősen korlátozottak, így nem csoda, hogy nagyon kevés fejlesztés történt ezen a téren az elmúlt tizenöt évben. Nagy eredmény, ha a korábbi szintet fenn tudták tartani az iskolában. A jól kézben tartott és a gyakori gazdacserétől megkímélt kémiaszertárakban a tizenöt-húsz éve beszerzett eszközkészletet látjuk tisztán, szép rendben sorakozni. A vegyszerek tekintetében van rá példa, hogy – alapítványi formában – az iskolák minőségi és mennyiségi szükségleteiknek megfelelő kiszerezésben jutnak vegyszerekhez, de ez nem jellemző. (A vegyszerek kezelésének és adminisztrálásának új ÁNTSZ szabályai betarthatatlanok az iskolákban, azok következetes érvényesítése ellehetetlenítené az iskolai kísérleteket.)

A régi *modellek* erősen elhasználódtak. Gyönyörű, praktikus, didaktikailag remek molekula-, atompálya-, kristályrácsmodelleket kínál a piac csillagászati áron. A *képek, ábrák, táblák* tekintetében ugyanez a helyzet. Ezeket a hiányokat a megrögzötten tanítani akaró kollégák saját megoldásokkal igyekeznek pótolni (szívószállal a pálcikamodelleket, saját alkotásokkal az ábrákat, saját diákkal a hiányzó képeket, házilag printelt lapokból applikálva össze a fali periódusos rendszert).

A kilencvenes évek közepe táján olyan *oktató videokazetták* kerültek forgalomba, amelyek kísérleteket, kémiai vonatkozású gazdasági és hétköznapi folyamatokat mutattak be. Az áruk elfogadható, de sok iskola ezt sem tudja megfizetni, máshol a vetítési lehetőségek is nehézségek. (Tízperces részlet vetítéséért nem szívesen cipekednek oda és vissza a rövid szünetek terhére a tanárok.) Házilag készített felvételekkel helyettesítik vagy egészítik ki ezeket az eszközöket, bár a televíziós csatornákon ritka vendég a kémia. Hasonló a helyzet az oktató CD-kkel. Néhány kapható, letölthető anyagok az internetről és a tanárok ritkábban, de a diákok és a hallgatók egyre gyakrabban készítenek olyan prezentációkat, programokat, amelyek később is felhasználhatók az oktatásban.

Az *előadótermekben* a legtöbbször írásvetítő található, a beépített videójátszó már ritkaságszámba megy.

Az Oktatási Minisztérium pályázatokat írt ki taneszközök beszerzésére, és a megyei közoktatási alapítványokhoz telepített központi költségvetési támogatás egy része is kizárólag eszközök és felszerelések beszerzésére fordítható. Az igényekhez képest azonban ezek az összegek elhanyagolhatók, és nem feltétlenül oda kerülnek, ahol a leginkább szükség lenne rájuk.

Az 1998-ban megjelent funkcionális taneszközgyűjtemény alig használható az iskolákban a hiányok felméréséhez, a beszerzések indoklásához és ütemezéséhez.

A kerettanterv követelményeinek teljesítéséhez szükséges taneszközökről ajánlás készült a minisztériumban. Fenntartóknak, igazgatóknak, tanároknak és taneszközgyártóknak igyekszik támpontot adni. Sajnos anyagi forrás nincs hozzárendelve.

A tantárgyak közötti összehangoltság

A kémiát közvetlenül *megalapozó* (matematika, fizika) és a kémiai ismereteket *felhasználó* (földrajz, biológia, fizika) tantárgyak között az

elmúlt évtizedekben kialakult a munkamegosztásnak egyfajta hagyománya. A kémia nem támaszkodott jelentősen egyik tantárgyra sem. Az energia fogalmát, a halmazállapot-változások témáját és az anyag részecsketermészetét a fizika bevezette a kémiai tanulmányok előtt. A matematika a százalékszámítással és a szöveges feladatok értelmezésével segített a kémiának. A logaritmust nem tanították meg a matematikai stúdiumok során a pH fogalmának bevezetéséig, de ez nem okozott áthidalhatatlan gondot.

A kerettanterv a fizika tekintetében teljesen megváltoztatta a tantárgyak közötti kapcsolatot, mivel a 7. évfolyamon egyszerre indul a két tantárgy. A fent már említett alapvető fontosságú fogalmakat, folyamatokat, szemléletet a kémia tanítása során kell megadni a gyerekeknek, miközben a korábban rendelkezésre álló időkeret szűkül.

Nem tudatosul kellően a kémiatanároknak, hogy az *anyanyelv* tanítása komoly alapot ad a kémia (és bármely más tantárgy) tanításához. A szövegfeldolgozást (az olvasástól a lényegkiemelésen át a jegyzetkészítésig), a szóbeli kommunikációt, a szövegalkotást különböző műfajokban az anyanyelvórák alapozzák meg, gyakoroltatják a gyerekekkel. Magától értetődőnek vesszük, hogy a gyerekek mindezt tudják. Természetesen vannak diákok, akiknek egyik-másik tevékenység nehezen megy. A kémia irányából nem történik megerősítés. Általában fel sem merül, hogy a kémiatanár javítsa a helyesírási hibákat, hogy tájékozódjon az anyanyelvet tanító kollegájától a gyerekek jegyzetelési szokásairól, gyakorlottságáról, hogy megkérdezze, milyen utasításokat használnak az anyanyelvtanárok egy tevékenység elindításakor.

A biológia tanításában a biokémiai fejezet erősen leegyszerűsödött. Az anyagokról és folyamatokról kialakított kémiai szemlélet, valamint sok szerves kémiai ismeret mégis alapvető fontosságú a sejtbiológia és a biokémia elsajátítása során.

Ha a *keresztnterervi* vonatkozásokat vizsgáljuk, az *informatikának* komoly szerepe lenne

a kémia tanításában, ha a szaktantermekben megfelelő eszközpark állna rendelkezésre. Az informatikában tanultakat (az idegen nyelvekhez hasonlóan) eszközként kellene használniuk tanároknak és gyerekeknek egyaránt. A kerettanterv sok tevékenységet sorol fel, amely megvalósíthatja az integrációt a két tárgy között. Manapság sajnos kevés helyen van lehetőség erre, de a helyi adottságok kihasználása is nagy előrelépést jelentene.

Az *idegen nyelvekkel* jelenleg sajnos semmilyen kapcsolata nincs a kémiatanításnak. Az utóbbi években a Középiskolai Kémiai Lapokban rendszeresen jelennek meg angol és német nyelvű ismeretterjesztő cikkek, amelyeknek a fordítását beküldik az érdeklődő diákok. Elvértve fordul elő, hogy egy-egy idegen nyelvű cikkből vagy tankönyvi részletből készüljön fel egy diák előadásra. Az internet kémiai célú használata és a projektmunka elterjedése sokat lendíthetne ezen a téren.

A kémia tanítása a hagyományos kapcsolódási pontokon túl nincs olyan helyzetben, hogy igényeket fogalmazzon meg az anyanyelv, a matematika, az informatika és az idegen nyelvek tanítása számára.

Nemzetközi összehasonlítás

Érdekes, hogy az országok fejlettségével szorosan arányosan csökken a kémia jelentősége a közoktatásban. Romániában, főként a középiskolákban, kétszer, háromszor annyi ideig tanulják a diákok a kémiát, mint Magyarországon. Jugoszláviában a kerettanterv bevezetése előtti hazai óraszámok állnak a kémiatanítás rendelkezésére.

A nálunk *fejlettebbnek tekintett európai országokban* is sok kritika éri a kémia tanítását, hátrányos a tantárgy helyzete, kis kötelező óraszám tanítják (Schmidt 2000). A választható tárgyak között már komoly óraszámot kap, de ezt a diákoknak csupán szűk rétege (3–5%-a) veszi igénybe, csakúgy, mint itthon. Ahol az élményszerző kötelező tanulmányok után a tudo-

mányos igényű kémiai tananyagot tanulják a gyerekek a választott órákon, ott sokan befejezik a tárgy tanulását. Az egyetemekre, főiskolákra egyre kevesebben jelentkeznek kémiát tanulni. Finnországban tanárhiány kezd kialakulni a kémia (és a többi természettudomány) oktatása területén. A kémia társadalmi megítélése általában kedvezőtlen, bár ott, ahol erre kifejezetten figyelmet fordít az ipar és az oktatás, mint például Hollandiában, sikerül javítani ezen (Kisfaludi 1992). A nyugat-európai országokban korszerűsítési törekvésekkel igyekeznek változtatni ezen a helyzeten. A gyakorlatias, a mindennapok tapasztalataira alapozó, az élményszerző, a képességfejlesztő, a kísérletező, a problémamegoldó, a többi természettudományi ismereteivel integrálódó és alkalmazás-központú kémiatanítás irányában változtathatják a tanterveket, a tankönyveket és természetesen az érettségi és vizsgakövetelményeket is. A kémiatanítás kevésbé elméleti, nem magyaráznak meg minden jelenséget, ebben a tekintetben tehát felszínesebb. Angliában nem térnek ki a közoktatásban a tudományos kémia minden alapvető területére. A kiválasztott témakörök lehetőséget adnak az életközeli tárgyalásra, érdekesek a diákok számára. Amit megtanítanak, azt viszont az alkalmazás, az életszerű problémamegoldás szintjén kéri vissza a dolgozatok és a vizsgák során (Kisfaludi 1994). Megjelenik a projekt módszer és gyakori a konstruktivista pedagógia alkalmazása is. Általában kisebb a számítási feladatok súlya az érettségi, felvételi vizsgákon, mint nálunk.

Az anyagi lehetőségek tekintetében óriási a különbség nem csupán a könyvek színes kivitelében, de a laboratóriumok eszköz- és anyagellátottsága terén is. A pedagógusok több országban óraszámkedvezményt élveznek a kísérletezéssel járó többletmunka miatt, és hatékony segítséget kapnak a pedagógiai segítő-szolgáltató intézményektől.

A nemzetközi szakirodalomban megfigyelhető törekvés, hogy a hagyományos laboratóriumi kísérletezést felváltja a mikroléptékű techni-

ka (pl.: fecskendő és csempén végrehajtható reakciók) vagy az otthon elvégezhető kísérletek.

A magyar pedagógusok között *elterjedt az a vélemény*, hogy az európai és az amerikai oktatási rendszer nem ad kellő tudást a diákoknak ahhoz, hogy eligazodjanak az élet bonyolult jelenségei között. Ezért sokan nem tekintik jó mintának a magyar közoktatás számára a nyugati törekvéseket, és ragaszkodnak a korábbi évtizedekben kialakult tananyaghoz, tanítási és tanulási szokásokhoz. A magyar oktatási rendszerrel ezzel szemben sokan túlzottan ismeretközponturnak tartják.

Az optimum valahol félúton van. Nem kell a tanított ismeretek mennyiségét túlzottan csökkenteni, és nem szabad a közoktatásban lehetőséget teremteni a túl korai specializálódásra. Az viszont elfogadhatatlan, hogy miközben a gyerekeket körülvéő világ, és benne a kémiát tanuló 13–16 éves diákok is óriási változáson mentek át az évtizedek során, addig a közoktatás tartalma, formája, módszerei, követelményei alig változtak.

Értékelés, követelmények

A kémiai érdemjegyek a tanórákon előforduló tevékenységek értékeléséből származnak. Mivel a jegyzetelés, néha kísérletek megtekintése vagy elvégzése, ritkán számolási feladatok és tesztek megoldása, még ritkábban tanulók előadásai adják az átlagos kémiaórák tevékenységeinek túlnyomó többségét, a számonkérések szinte kizárólag az elméleti tudásanyag visszaadására korlátozódnak, ezt értékelik a tanárok.

A felvételi vizsgák számítási feladatai nem hatnak vissza a közoktatás követelményeire, mivel ez a tevékenység olyan logikai adottságokat (és nagyon sok, gyakorlással eltöltött időt) feltételez, amellyel általában a diákok kis hányada rendelkezik. Az elméleti tudásanyag mennyisége és mélysége tankönyvfüggő. A legrelevánsabb könyvek tartalmazzák a felvételi anyagát. Ha ebből tanul egy osztály, akkor a felvételi tudásanyag jelentős részét a nem felvételiző több-

ség is kénytelen elsajátítani. Ha a humán érdeklődésű tanulók számára írt könyvből tanul az osztály, akkor a felvételizőknek kell újabb könyvek megtanulásával mélyíteniük tudásukat a felvételi vizsgákig. Mivel a tanárok – részben a megszokás, részben a színvonal megtartásának szándéka miatt – többnyire a régebben piacon lévő, több ismeretet tartalmazó könyvekből tanítanak, kissé abszurd módon az a tendencia érvényesül, hogy a tanulócsoportok jelentős többségében az 5–10 százaléknyi kisebbség igényei szerint terhelik a 90–95 százalékos többséget. Az a tendencia, hogy a tanárok a nem felvételizőkre is igyekeznek bepréselni a felvételi ismeretanyag nagy részét, nem csupán a kémia sajátsága, hanem áthatja a középiskolai oktatás egészét.

A kémiatanítás hazai és nemzetközi teljesítménye

A hazai közoktatásban a kémiatanítás eredményességét három oldalról vehetjük szemügyre: a tárgy népszerűsége, a reprezentatív tudásfelmérések és a központi felvételi vizsgán elért pontszámok szempontjából.

A tanulók *tantárgyi attitűdjei* az iskolában eltöltött évek során általában folyamatosan romlanak. Ez nemzetközi és hazai tendencia is. A nyelvtan, a matematika, a kémia és a fizika népszerűsége itthon jelentősen elmarad a többi tárgy mögött. Különösen problematikus a kémia és a fizika helyzete. Az e tárgyakhoz való viszony sokkal erőteljesebben romlik, mint az más országok hozzáférhető adataiból látszik. A kémia 1993-ban még kevésbé volt népszerűtlen, mint a nyelvtan és az orosz nyelv. 2000-ben viszont sereghajtó helyzetbe került, 2001-ben is csupán a fizika múlta alul. Árnyalja ezt az a tény, hogy a 7. évfolyam végén a diákok még szeretik a kémiát, népszerűsége megközelíti, sőt majdnem eléri a biológiáét és a földrajzét. A 9. és a 11. évfolyam végére viszont gyakorlatilag az elutasított tantárgyak sorába kerül (Kocsis 2000). Más kutatási eredmények is azt igazol-

ják, hogy a kémia és a fizika tanításának csekély a hatékonysága. Az elsajátított tudás alkalmazhatósága kérdéses, a fogalmak vagy a képességek fejlődésére gyakorolt hatása nem kielégítő. A két tárgy annyira népszerűtlen, hogy ez már jelentősen akadályozhatja oktatásukat.

A diákok *tudásának felmérése* fontos adatokkal szolgál a tanítás hatékonyságáról. Reprezentatív budapesti mérést végzett Kovácsné Csányi Csilla vezető szaktanácsadó 1700 kilenccedik évfolyamos tanuló közreműködésével (Csányi 2001). A színvonalas feladatlapot a középiskolába jeles jeggyel érkezőknek csupán 52 százaléka tudta megoldani. Az összes megoldás átlaga 29,4 százalék. A minimumszintű feladatok megoldása is csupán 39 százalékban sikerült. A vizsgált iskolák ötödében 20 százalék alatt maradt a diákok teljesítménye.

Vas megyében bemeneti mérést végeztek a 9. évfolyamon kémiából a pedagógiai intézet munkatársai Martonné Ruzsa Valéria és Hajós István szaktanácsadók vezetésével. Az 1627 tanulót érintő vizsgálatban a NAT és a kerettanterv követelményeivel szembesítették a középiskolát elkezdő diákokat 2001 őszén. A gimnáziumokban 57 százalékos, a szakközépiskolákban 44 százalékos, míg a szakiskolákban 24 százalékos eredményt értek el a gyerekek. A felmérés első értékelése szerint minden iskolatípusban ugyanazok a feladatok okoztak komoly gondot, s ezeknél a feladatoknál jelentősen csökkent az elért pontszámok közötti különbség a három kategória között. A megtanult ismeretek alkalmazása jelenti a legnagyobb gondot. Ahol egy kis kreativitás, kémiai gondolkodás, problémamegoldás, az összefüggések meglátása szükséges a feladat megoldásához, ott komoly teljesítménycsökkenés érzékelhető. Az anyagismeret hiánya, az egyszerű laboratóriumi műveletek leírásának nehézsége és az alapvető műveletekkel történő problémamegoldás alacsony pontszáma a kísérletezés és a manuális tevékenység ritka előfordulását jelzi. Az atomok világában ott-honosan mozognak a diákok, de az ionok és a molekulák között már nem, és a számolástól

írtóznak. Még ha egészen egyszerű feladattal kellene megbirkózniuk, akkor is sokan inkább kihagyják a feladatot vagy nem képesek megoldani azt.

A 2001. évi felvételi feladatsorokat a diákok átlagosan 45%-os eredménnyel oldották meg. Tehát azok a 12. évfolyamos diákok, akik kémiai alapokon nyugvó felsőoktatási irányba szándékoztak továbbtanulni, nem tudták elérni az 50%-os bűvös határt. A feladatsor erőssége szokásos volt.

A Nemzetközi Kémiai Olimpia biztosítja a magyar kémiatanítás komoly nemzetközi elismerését a hatvanas évek vége óta. Minden esztendőben arany-, ezüst- és bronzérmekeket nyernek a magyar versenyzők (Várnai 2002). Ennek a teljesítménynek komoly nemzetközi, szakmai visszhangja van. A kémiai olimpia eredményeire büszkéek lehetnek a versenyzők és azok a kollégák, akik a felkészítésben részt vesznek, de ez nagyon szűk elit eredménye, ezek a sikerek az ország kémiatanítására vonatkozóan nem hordoznak jelentést.

Az IEA (International Association for the Evaluation of Education Achievement) semleges mérési központként alakult. A nyolcadikosok körében végzett nemzetközi matematikai és természettudományos felmérések több mint 30 éves múltta tekintenek vissza (Fiss 1970, Siss 1983, Timss 1995 és Timss-R 1999). A magyar diákok valamennyi felmérésben jól szerepeltek, 1995 kivételével a legjobbak között. 1999-ben mindössze a tajvani és szingapúri diákok végeztek a magyar gyerekek előtt. A magyar diákok viszonylag gyenge problémamegoldó képességére azonban már az IEA-vizsgálatok természettudományos gondolkodás altesttje felhívta a figyelmet. Ennek eredményei minden esetben azt mutatták, hogy tanulóink ezen a területen a teljes teszten elért eredményükhöz viszonyítva sokkal gyengébb teljesítményre képesek (Vári és társai 2002).

Az OECD államokban PISA (Programme for International Student Assessment) néven kiterjedt méréseket végeztek a közoktatásban

megszerzett tudás és képességek alkalmazásáról. A PISA 2000 mérési projekt során 31 ország 265 ezer 15 éves diákját szembesítették olyan életszerű helyzetekkel, amelyekben olvasási-szövegértési, matematikai és természettudományos ismereteiket és képességeiket kellett alkalmazniuk. A vizsgálat természettudományokra vonatkozó részében nemcsak a tárgyi tudást mérték fel, hanem értékelték a tudományos kérdések felismerését, a tudományos vizsgálathoz tartozó eszközök és adatok kiválasztását, az adatok elemzését és az ebből levont következtetést, a használt koncepció összetettségét és mindezeknek a kifejtését, közzétételét. A PISA 2000 vizsgálat eredményei meglepőek az IEA-mérések ismeretében, különösen, ha azt is figyelembe vesszük, hogy a két felmérés ugyanazt a populációt érintette két egymást követő évben. Az átlagot az 500 pontos érték jelenti. Szinte minden ország 450 és 550 pont közötti eredményt ért el.

A magyar diákok teljesítménye (495 pont) az átlag alatt maradt. A távol-keleti és angolszász országok közismerten problémacentrikus természettudományos oktatása jól vizsgázott, míg az elsősorban felsőoktatásra felkészítő közép- és kelet-európai közoktatási rendszerek ebben a mérésben az átlag alatt végeztek. Érdekes, hogy az első helyezett országok az inkább ismeretközpontú tudást mérő IEA-felmérésekben is az élmezőnyben szerepeltek. A PISA 2000 mérésekre monitorjellegük miatt úgy is tekinthetünk, hogy ebben közoktatási koncepciók mérettek meg a mindennapokban történő alkalmazás szempontjából (Vári és társa 2001 és 2002).

Míg az IEA a tanulók természettudományos ismereteit méri, a PISA az ismeretek mellett az ezek alkalmazásához szükséges képességeket is vizsgálja, mert a kutatók szerint a leendő felnőttek boldogulási, érvényesülési lehetőségeinek kihasználásához a képességek fejlesztése legalább annyira fontos, mint az ismeretek megtanítása. A PISA 2000-ben kiemelt fontosságú az, hogy a gyerekek elé tárt problémák lehetőleg hiteles helyzetekben fogalmazódjanak meg.

A feladatok kontextusát az egyén és a család, a nagyobb közösségek, az emberiség globális problémái, illetve a tudománytörténetből a társadalmi szempontból nagy hatású esetek alkotják.

Az eredmények ismeretében sok szakemberben az a vélemény fogalmazódik meg, hogy természettudományos oktatásunk sokat romlott az elmúlt évtizedekben, hiszen a nyolcvanas években rendre az élen végeztünk a nemzetközi mérésekben, most pedig az átlag alatt, a középmezőnyben. Én ezt a kérdést máshogy látom. Ha a PISA 2000-ben azt mérnék, amit az IEA fontosnak gondolt az elmúlt 30 évben, akkor valószínűleg az élmezőnyben lennénk. De a fejlett országokban már mást gondolnak az oktatás céljáról, és túlléptek az ismeretközpontú közoktatáson. Sokat mondó a PISA 2000 mérés kidolgozóinak definíciója: „Természettudományos eszköztudásnak azt a képességet tekintjük, amelynek segítségével természettudományos ismeretekből tényeken alapuló következtetéseket vagyunk képesek levonni annak érdekében, hogy megértsük a természetet, és döntéseket hozzassunk a világról és mindazokról a változásokról, amelyeket az emberi tevékenység ebben okoz.” Ha belegondolunk abba, hogy a magyar diákoknak milyen kevés gyakorlatuk van az életszerű helyzetekben történő problémamegoldásban, akkor kifejezetten jó eredményként értékelhetjük, hogy a legjobban teljesítő országok értékének 90 százalékát elérték a magyar gyerekek. Gondoljuk meg, mi lenne akkor, ha fel is készítenénk őket ilyen helyzetekre!

Mindezek arra figyelmeztetnek, hogy az elsősorban elméletet, az ismereteket és a megfelelő rutin elsajátítását hangsúlyozó iskolai természettudományos oktatásban változtatásokra van szükség, és már a közeljövőben nagyobb szerepet kell kapniuk az ismeretek valóságsszerű feldolgozásának, valamint az egyénileg vagy csoportban végzett, problémamegoldó tevékenységeknek (adatfeldolgozás, adatértelmezés, értékelés, projekt jellegű feladatok) (Vári és társai 2002).

Az adatokból az olvasható ki, hogy a kémiai ismereteket az elmélet szintjén más országokban sem tudják jobban megtanítani a tanárok a gyerekeknek. Az életszerű feladathelyzetekben megjelenő problémamegoldásban viszont a világ élvonalánál jóval gyengébben teljesítenek diákjaink, nem tudják használni a megtanult és begyakorolt ismereteket. Ezen „élettelen” tudáshalmaz megtanításának a közvélemény kémiaellenes hangulata az ára. Kérdés, hogy megéri-e? Megéri-e, ha tudjuk, hogy a kémia háttérbe szorulása a közoktatásban ennek a kémiaellenes közvélekedésnek a következménye. Ragaszkodjunk a régi, megszokott módszerekhez és tananyaghoz, vagy keressünk új utakat, amelyek megőrzik a korábbi évtizedek legfontosabb eredményeit, de a használható tudást és az élményszerű kémiatanítást helyezik a középpontba? Erre a kérdésre kell választ adnia a következő években a kémiatanárok társadalmának és az oktatáspolitikának.

A kémia tanításának elemzése néhány további szempontból

A kémiatanítás túldimenzionálja a mindennapi életben előforduló anyagok ismeretének fontosságát. Ezzel igazoljuk magunk előtt azt, hogy rengeteg anyag szerkezetét és tulajdonságait megtanítjuk a diákoknak a leíró szeretlen és szerves kémia fejezeteiben. Az embereket azonban általában nem érdekli, hogy milyen anyagot használnak, egyszerűen csak élvezni akarják az anyag vélt vagy valós előnyeit. A megtanított kémiatananyag túlnyomó része néhány nap, néhány hét alatt elszáll a gyerekek fejéből. Ha egy tíznapos szünet vagy a nyári vakáció után megmérjük a diákok nagyon kemény munkával megszerzett tudását, lehangoló eredményt kapunk. A felnőtt nemzedékek sokkal kevesebb esetben veszik hasznát életük során kémiai tanulmányaiknak, mint azt gondoljuk. A világkép, az anyag szerkezetéről kialakított kép, a folyamatok jellege stb. megmarad a tanulóknak évek, évtizedek múltán is, de ezt a tu-

dást más úton: kevesebb monoton adatrögzítés, több élvezetes és képességfejlesztő tevékenység segítségével kellene megszerezniük.

Javaslatok az elkövetkező évek fejlesztéseire

Oktatáspolitikai

Jdőszerű lenne egy 10-15 évre kiterjedő, nemzeti konszenzust élvező oktatáspolitikai koncepció és stratégia megalkotása, amely koncentrálna az erőket, és megkíméli az oktatás résztvevőit a négyévenkénti jelentős változásoktól.

Egzisztenciális kérdések

Aliga lehet bármilyen lényeges fejlesztést véghezvinni a közoktatásban, ha a pedagógusok nem tudják eltartani családjukat a fizetésükből. A megfelelő színvonalon teljesítők fizetésének folyamatos értékmegőrző emelésére van szükség ahhoz, hogy fel lehessen tartóztatni a korábbi évtizedek kontraszelektációs folyamatait.

Nagy szükség van arra, hogy anyagi lehetőség legyen az igazgatók kezében a minőségi és a mennyiségi többletmunka jelentős mértékű honorálására.

A pedagógusok munkájának ellenőrzésével, minőségi követelmények felállításával és átképzési lehetőségek biztosításával ki lehet szűrni azokat a pedagógusokat, akik nem a pályára valók.

Képességfejlesztés

Fontos lenne tanulmányozni, hogy a képességfejlesztést előtérbe helyező, de az ismeretek fontosságát is szem előtt tartó országokban milyen folyamatok eredményeként változott meg a pedagógusok szemlélete és a taneszközök kínálata.

Ha szükséges, jól célzott tanulmányutakkal, külföldi képzésekkel kellene a szükséges információkat összegyűjteni a hozzánk hasonló méretű, de az oktatásügy terén előbbre járó országokból.

A képességfejlesztés megvalósítása érdekében tréningek, továbbképzések, taneszközök, bemutató órák, tananyagblokkok kialakítására,

szervezésére van szükség ahhoz, hogy a pályán levő tanárok elsajátíthassák ennek módszertanát.

A szakértők, szaktanácsadók országos hálózatának kiépítése lehetővé tenné, hogy a pedagógusok, az igazgatók visszajelzést és segítséget kapjanak.

Tantervek

Aközoktatásban szét kellene választani a tananyagot az adott tárgyból felvételizők és nem felvételizők szempontjából.

Az érettségi követelményrendszert célszerű összehangolni a kerettantervvel, hogy a vizsga elvárásai ne tegyék lehetetlenné a tantervben rögzített fejlesztéseket.

A tankönyv engedélyezésének folyamatában legyen kiemelt szerepe a tananyag csökkentésének, a képességfejlesztés, valamint a tevékenykedtetés szempontjainak.

A 7–8. évfolyamon a kötelező óraszámot 2–2 órára kell emelni. A középiskolák tananyagában csökkentésre lenne szükség a képességfejlesztés lehetőségének megteremtése érdekében.

Szükséges a fakultációs órákra vonatkozó kerettantervi ajánlás kidolgozása. Rendeletben kell szabályozni, hogy a 10. évfolyam végén befejeződő tantárgyak esetében középszintű érettségit csak egyévi, heti 2 fakultációs óra teljesítése után, emelt szintű érettségit kétévi, heti 2 fakultációs óra teljesítése után lehet tenni. Ezek a csoportok a jelentkezők létszámától függetlenül induljanak el az iskolákban.

Kísérletezés

Ataneszközök beszerzésére a fejkvótában célszerű lenne – az előírt szint eléréséig – egy csak erre a célra fordítható keretet elkülöníteni, mivel a pályázatok nem oldják meg ezt a problémát.

Pályázatokat kellene kiírni a hiányzó, valamint a gazdaságosan nem előállítható taneszközök gyártásának felgyorsítására.

Az iskolákban legalább egy természettudományi előadóra szükség van, amelyet fel kell szerelni a korszerű AV és digitális média eszközeivel, hogy

a képességfejlesztés és a digitális média készség-szintű alkalmazásának háttérét kialakítsuk.

Hasznos lenne az anyagtakarékos csempés és fecskendős kísérletezés módszertanának továbbfejlesztése, terjesztése, eszközrendszerének hozzáférhetővé tétele az iskolák számára.

Az ÁNTSZ szakembereivel tárgyalásokat kellene kezdeni az iskolák vegyszerkezelésére vonatkozó szabályok felülvizsgálata, az egészségügy és az oktatás számára is biztonságos, ugyanakkor elérhető szabályok kialakítása érdekében.

Az iskolák többségében, ahol nem áll rendelkezésre laboráns segítsége, órakedvezményt kell biztosítani a kémiatanároknak többletmunkájuk végzéséhez. A kedvezményt a megtartott kémia-órákkal arányos mértékben célszerű megállapítani.

Felsőoktatás

A lapvető fontosságú a tanárképzés újrarendelése és a NAT, valamint a kerettanterv követelményeihez igazítása. Képességekre koncentrált felvételi vizsgát és képzést kell biztosítani a hallgatóknak. Nagyobb időkeretre lenne szükség a tanárszakos hallgatók képzésében a pedagógiai tárgyak, a módszertan és az iskolai gyakorlat számára. A modern pszichológia és pedagógia eredményeihez, valamint a közoktatás szükségleteihez kell igazítani a tanárképzés tartalmát és szemléletét.

A módszertani kutatásoknak anyagi forrásokkal és tudományos fokozatok elérésének lehetőségével kellene megteremteni a bázisát. Fontos lenne, hogy a gyakorló tanárok is szerezhessenek PhD fokozatot munka mellett vagy munkájukat megszakítva megfelelő ösztöndíjjal.

Informatika

Hasznos lenne hozzáférhetővé tenni az internet használatát, és az ahhoz szükséges ismereteket a tanárok számára.

A Sulinet tartalmi és módszertani bővítésére, korszerűsítésére forrásokat kellene biztosítani. A Sulinet vagy az OM honlapján friss információk terjesztésére alkalmas faliújságokat lehetne kialakítani, hogy az információk áramlását elősegítsük.

Irodalom

- [1] Knowledge and Skills for Life – First Results from PISA 2000 – Executive Summary, www.pisa.oecd.org.
- [2] Csapó Benő: A tantárgyakkal kapcsolatos attitűdök összefüggései. Magyar Pedagógia, 100. 3. sz.
- [3] Kisfaludi Andrea: A kémia oktatása Hollandiában. Iskolakultúra, 1992. 23–24. sz.
- [4] Kisfaludi Andrea: Ismerkedés az angol nemzeti alaptantervvel. Iskolakultúra, 1994. 22–23. sz.
- [5] Kocsis Mihály: Egy Baranya megyei iskolai tudásmérés néhány vizsgálati területéről. Iskolakultúra, 2000. 8. sz.
- [6] Kovácsné Csányi Csilla: A kémiatudásszint-mérés eredményei. In Tudásmérés a budapesti középiskolák 9. osztályaiban – elemzések, eredmények. Budapesti Nevelő, 2001. 2. sz.
- [7] Schmidt H.–J.: What can we learn from research on students' misconceptions? In Riedel Miklós (szerk.): Book of Abstracts 16th International Conference on Chemical Education, 2000.
- [8] Vári Péter és társai: A PISA 2000 vizsgálatról. Új Pedagógiai Szemle, 2001. 12. sz.
- [9] Vári Péter és társai: Gyorsjelentés a PISA 2000 vizsgálatról. Új Pedagógiai Szemle, 2002. 1. sz.
- [10] Várnai György: Az ICHO magyar szemmel (1–2). International Chemistry Olympiad. Középiskolai Kémiai Lapok, 2002. 1. sz.

HELYREIGAZÍTÁS

A legutóbbi lapszámunkban (2003. 2.) dr. Szalay Tibor cikkében a csökkentett deutérium-tartalmú víz élettani hatásáról tett állítása – tudniillik, hogy nincs daganatszállító hatása – tudományosan megalapozatlan, hibás. Ezúton kérünk elnézést a cikkben közvetett módon megemlített dr. Somlyai Gábortól, akinek e tárgyban végzett kutatási eredményeit kérdőjeleztük meg. A következő számban teret adunk véleményének kifejtésére.

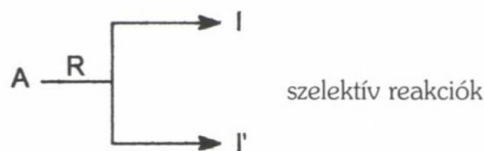
A főszerk.

Makleit Sándor

Szelektivitás – specifitás a szerves kémiai reakciókban

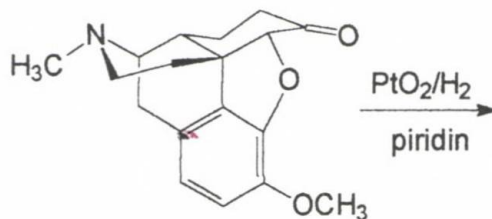
Hazai és nemzetközi konferenciákon, hazai és nemzetközi egyedi előadásokon szerzett tapasztalataim szerint még most is igaz E.L. Eliel¹ azon megállapítása, hogy széleskörű zavar tapasztalható e fogalmak értelmezése és ezáltal használata terén („There appears to be widespread confusion over the terms stereoselective and stereospecific”). Ez számomra azért is meglepő, mivel A. Ault² már 1977-ben írt egy kitűnő cikket erről a kérdésről.

Az értelmezés lényege az, hogy a reakciókat a reagáló vegyület(ek) oldaláról és nem a képződött vegyületek féleségétől függően kell jellemezni a következő módon: ha egy vegyületből (A) indulnak ki és azt valamilyen reagenssel (R) reagáltatva eltérő arányban többféle izomer (leegyszerűsítve kétféle: I + I'; regio-, enantio-, diasztereo-izomer) képződik(het), akkor a reakció szelektív, akkor is, ha a kétféle lehetőség közül csak az egyik valósul meg. Utóbbi esetben sem beszélünk specifitásról, hanem azt mondjuk, hogy a reakció

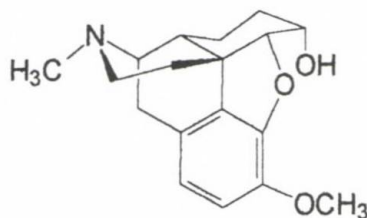


szelektivitása 100% ($\neq$ specifitással). („Even when it appears that only a single stereoisomer is formed, it is not appropriate to use the term stereospecific.”)¹ Az 50-50%-tól eltérő arányt figyelembe véve a szelektivitást %-ban adjuk meg és a szelektivitás fokáról beszélünk. Példa-

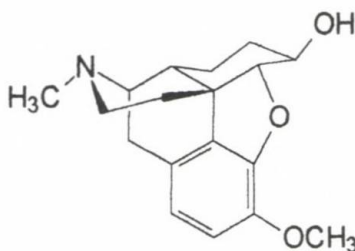
ként a dihidrokodeinon (1) redukcióját mutatom be. Ebben a reakcióban csak az egyik diasztereomer, a dihidrokodein (Z) képződik (az újonnan képződő kiralitás centrumon



1



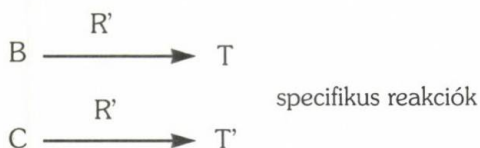
2



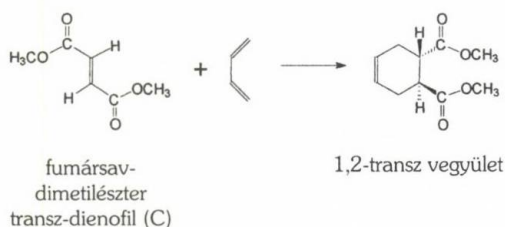
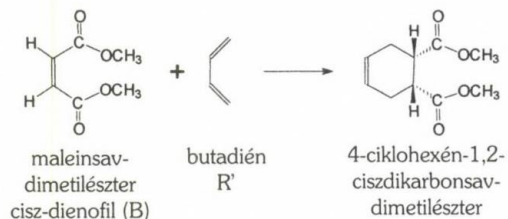
3

kívül az 1 már tartalmaz négy kiralitás centrumot), dihidroizokodein (3) még nyomokban sem.³

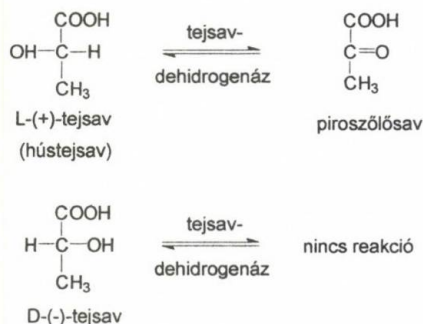
Ha pedig **két sztereoiszomer** vegyületből (B, ill. C) indulunk ki és azokat ugyanazzal a reagenssel (R') reagáltatva eltérő termékeket (T, ill. T') kapunk, a reakciót specifikusnak nevezük. A kiindulási vegyületek sztereokémiája meghatározza a termékek sztereokémiáját.



Például: a Diels-Alder reakció nagyfokú sztereospecifitást mutat.



Lényeges, hogy a szervezetünkben az enzimek közreműködésével megvalósuló reakciók általában sztereospecifikus módon mennek végbe.



Szántay Cs.⁴, G. Solomons⁵ és J. Clayden⁶ könyvében a bemutatott fogalmak a fentieknek megfelelően egyértelműen találhatók meg.

Végül említendő, hogy a sztereospecifikus, illetve sztereoszelektív reakciók elvileg különböznek egymástól: a sztereospecifikus reakciók esetében a kiindulási vegyület sztereokémiája meghatározza a termék sztereokémiáját, a reakcióútnak nincs, a sztereoszelektív reakciók esetében a reakcióútnak van választási lehetősége. Ennek megfelelően a zavart tovább növelik az alábbi állítások: a sztereospecifikus reakció sztereoszelektív is, de fordítva nem igaz⁷, illetve a sztereospecifitás a sztereoszelektivitás speciális esete⁸.

Irodalom

- [1] E.L. Eliel, S.H. Wilen: Stereochemistry of Organic Compounds. New York, J. Wiley, 1994, 837. oldal.
- [2] A. Ault: J. Chem. Educ. 54, 614 (1977)
- [3] K. W. Bentley: The Chemistry of the Morphine Alkaloids. Oxford, Clarendon Press, 1954, 176. oldal.
- [4] Szántay Cs.: Elméleti Szerves Kémia. 4. kiadás. Műegyetem Kiadó, 1996, 96. oldal.
- [5] G. Solomons, C. Fryhle: Organik Chemistry. 7. edition, New York, J. Wiley, 2000, 329, 337. oldalak.
- [6] J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, J. Wothers: Organic Chemistry, Oxford University Press, 2001, 881. oldal.
- [7] K. Peter, C. Vollhardt: Organic Chemistry, W.H. Freeman and Company, New York, 1987, 200. oldal.
- [8] W. Walter: Lehrbuch der organischen Chemie. 22. kiadás, S. Hirzel Verlag, Stuttgart, 1991, 346. oldal.

Galbács Zoltán

Kísérletezzünk, de óvatosan!

Több iskolában járva, a tanárokkal beszélgetve kitűnt, hogy igen kevés iskolában kísérleteznek. Magyarozatként több mindent említenek. Van, ahol a kémiai előadótermet más tárgy céljaira áldozták fel, máshol kevés a pénz. Van, ahol a vegyifülke hiányát említik okként, nincs olyan hely, ahol veszélytelenül lehetne kísérleteket bemutatni.

Ha csak a vegyifülke hiányzik, akkor könnyen adódhat megoldás. Ha másokra, a technikai nehézséget már megoldó kollégák eljárásaira tekintünk, akkor több megoldás is kínálkozik.

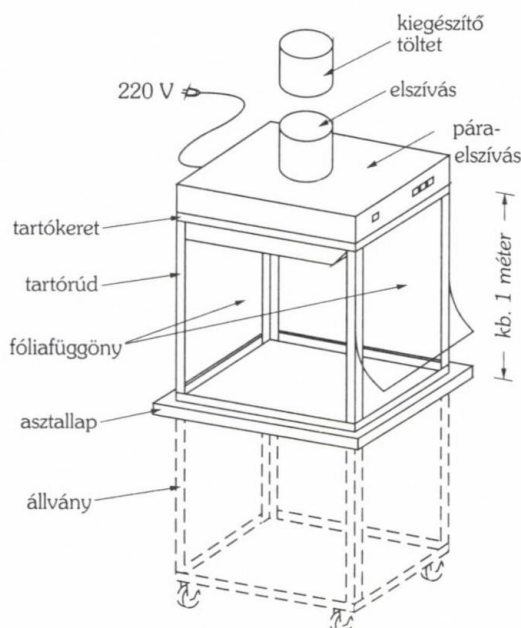
Könnyebbség, hogy az osztályok számára bemutatandó kísérletek nem igazán veszélyesek. Csupán a köhöggető gőzöket, gázokat kell a tanulóktól távol tartani, az óra utáni szellőztetést kell könnyíteni.

1. Egyik megoldásként alkalmazható a jól ismert konyhai páraelszívó. Ezek sok típusa kapható. 10-20 ezer Ft-ért a háztartási eszközöket árusító boltokban beszerezhető. Céljainkra az felel meg, amelyben van aktív szén töltet és amelyből az elszívott levegő egy csővel is elvezethető. (A konyhai alkalmazásnál az a szellőző kúrtóba is bevezethető.)

Iskolai alkalmazásnál egy alkalmas állványra kell szerelni a készüléket. Ez történhet úgy, hogy egy keretet készítünk, amelyre helyezhető (vízszintes helyzetben) az elszívó készülék. A négy sarkán egy-egy fémpálcával (esetleg csővel vagy L-vassal) a bemutató asztal fölé szereljük kb. 1 méter magasságban. Az állvány mind a négy oldalára alkalmas rögzítéssel (pl. karikával, öntapadó ragasztószalaggal, stb.) átlátszó műanyag fóliát szerelünk. Fontos, hogy a tanulók felé fordított oldal (ahol az elszívó szabályozó

gombjai vannak) külön levehető, felhajtható legyen. A fólia burkolatra azért van szükség, hogy egyrészt terelje (felfelé) az elszívandó gőzöket, másrészt a fals szívást némiképp mérsékelje, továbbá az esetleges szétfröccsenő oldattól is véd, mindamellett a láthatóságot is biztosítja.

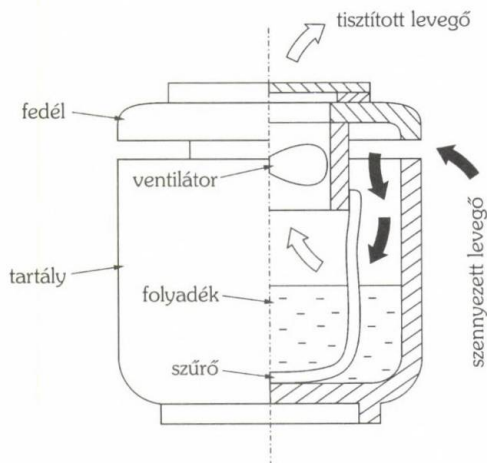
Használatkor felhajtva az elülső fóliát, beszereljük a kísérleti eszközöket. Az elszívót bekapcsoljuk. A világítást és az elszívó motort alkalmas teljesítményre szabályozzuk. (Ha a szükséges szívás mellett a szívóventilátor túlságosan zajos lenne, megpróbálkozhatunk azzal, hogy a készüléket rugalmas gumitömítéssel illesztjük a kerethez.) A kísérleteknél a fóliát szükséges mértékig engedjük le. Az elszívó (a konyhai használathoz hasonlóan) aktív szén töltetével a levegőből kiszűri a bűzös anyagokat.



A töltet kimerülése a használatától függ. Ha kimerült, ha érezhetően nem hatékony, cserélni kell a betétet. (Ez kb. 2000 Ft költség) Kísérletezhetünk azzal is, hogy magunk készítünk töltetet, növeljük meg a szűrés kapacitását. Ha az elszívónak van a távozó levegő számára csőcsonkja, akkor ahhoz csatlakoztatunk egy faszénnel töltött csőtoldatot.

2. Az előbbi megoldásnál, mivel tömegáru konyhai készüléket használunk, a működtetéshez hálózati feszültség biztosítása szükséges. (Természetesen a biztonsági követelményeket is kielégítve.) Másik megoldásként kínálkozik a szobai légtisztítók egy kisfeszültséggel működő típusa. Az AIR WOLF márkájú légtisztító (OMKER Szaküzletben 20.000,- Ft az ára) 12 V feszültséggel működik, és a légtisztításnak egy hatékony módját használja. A tisztítandó levegőt a beépített ventilátor egy nedves textíliára (és azon keresztül) áramoltatja. A tartóedény aljába töltött vizes oldatba (lehet az egyszerűen csak csapvíz is,) belelóg a szűrő textília, s így az állandóan nedvesedik. Az elv és kivitel annyira egyszerű, hogy a tanári kísérletekhez is jól illeszthető.

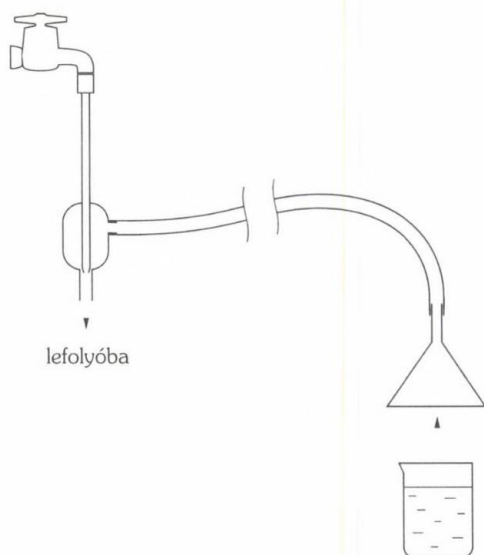
Ha a légtisztítót elhelyezzük a kísérletek mellé (a jobb hatásfok érdekében a fóliaborítás alá), és a folyadékot alkalmasan választjuk meg (pl. savgőzök fejlődésekor lúgos oldattal nedvesítünk, ammónia fejlődésekor közönséges vizet



töltünk be, stb.), akkor kevés „illat” juthat az osztályterembe. Előnye e berendezésnek (a biztonságos törpefeszültség mellett), hogy a töltő folyadék akár minden óra után cserélhető, s a szűrés költsége kisebb, mint az aktív szén töltetes megoldásnál.

3. Ha semmiféle áramellátás nem biztosítható, de van hálózati víz, akkor is van megoldás. Egy vízcsapra szerelt vízszugár szivattyú elegendő elszívást tud biztosítani. Ha a vízszugár szivattyú szívja el a kellemetlen gőzöket, akkor a szivattyú működtető vízárama a gőzöket oldva a lefolyóba juttatja a szennyezést. Ez a megoldás világcégek berendezéseinél is alkalmazást nyert. Pl. a Hach cég kénsavas feltárójában keletkező gőzök eltávolítására teflon anyagból készült vízszugár szivattyút építettek a berendezésükbe.

A magunk céljára úgy használhatjuk, hogy a vízcsapra szerelt szivattyútól gumicsövet vezetünk a kísérletező asztalhoz. Az asztalon állványra szerelünk egy nagyobb méretű tölcserét szájával lefelé irányítva. A tölcser szárához csatlakoztatjuk a szivattyú gumicsövét. A tölcser alatt kísérletezve, a tölcseren, mint „kürtön” keresztül szívódik el a nemkívánatos gáz vagy gőz.



Dr. Kisfaludi Andrea

Életközeli kémia a szakiskolában

Bevezetés

A szakiskolákban új közismereti tantárgyként jelent meg a kémia. Ez rendkívül nagy eredmény, ha arra gondolunk, hogy manapság egyre többféle, eddig ismeretlen anyaggal találkozunk az élelmiszereinkben, a tisztálkodó szerekben, a gépkocsikban vagy akár az építőanyagok között. Ezen anyagok között vannak olyanok is, amelyek a használat után veszélyessé válnak, ilyen például az elem vagy az étolaj. A diákoknak, bármely iskolatípusban végzik is tanulmányaikat, szükségük van arra, hogy megismerjék ezeknek a hétköznapi életben használatos anyagoknak a tulajdonságait, az egészségre, és a környezetre gyakorolt hatásait, ezen túlmenően jártasságot szerezzenek a mindennapi élet kémiai problémáinak megoldásában. Ezeket az igényeket kívánja kielégíteni a kifejezetten a szakiskolák számára íródott és a kerettanterv elvárásainak megfelelő, a Nemzeti Tankönyvkiadó által megjelentetett, valamint az Oktatási Minisztérium által tankönyvvé minősített,

Dr. Kisfaludi Andrea Kémia a szakiskolák számára című tankönyve.

Célok

A tankönyv célja, hogy a mindennapi életben használatos anyagokon, lejátszódó kémiai folyamatokon keresztül mutassa be és tanítsa meg a diákoknak a kémiai fogalmakat, a kémiai szabályokat, összefüggéseket. Ennek érdekében a tankönyv szakított a hagyományos szemléletmódon íródott kémia tankönyvek el-

méleti alapú, deduktív feldolgozásával és az életközeli kémia tanítás szemléletmódjának megfelelően egyéni tapasztalatból kiinduló, induktív feldolgozással készült.

Alapelvek

A tananyag csoportosítása nem a kémia tudományának belső logikája szerint történik, hanem az életközeli szemléletmódból következően a hétköznapi élet cselekvései, a vásárlás, főzés, autózás, építkezés stb. köré csoportosulnak azok a kémiai folyamatok, elvek és szabályok, amelyeket a diákoknak el kell sajátítaniuk. Miután ezekkel az anyagokkal és folyamatokkal a hétköznapi életük során már találkoztak a diákok, bizonyos tapasztalatokat szerezhettek ezekről az anyagokról és jelenségekről. A tanórán ezeket a tapasztalatokat elevenítjük fel és erre építve, ebből kiindulva mutatunk rá az összefüggésekre, vonunk le következtetéseket, fogalmazunk meg szabályokat. Ezért a tankönyvben (tanórán) szereplő kísérletek, megfigyelések megelőzik az összefüggések észrevételét, a definíciók megfogalmazását.

A tankönyvben levő kísérletek nagy része, az életközeli szemléletmódból következően egyszerű, a háztartásokban előforduló anyagokkal és eszközökkel végrehajtható, ezért akár házi feladatként otthon is elvégezhető. A tankönyv így kívánja elősegíteni, hogy a diákok a további életük során önállóan is képesek legyenek elvégezni apróbb-nagyobb méréseket, oldatkészítéseket.

A tankönyvben levő gondolkodtató és számítási feladatok az életközeli szemléletmódból

fakadóan a mindennapi élet kémiai tárgyú problémáiból erednek és képessé teszik a diákokat a további életük során hasonló jellegű problémák megoldására.

A tankönyv a *környezeti problémák* kémiai oldalának bemutatását is fontosnak tartja, az okokat feltárja, a megoldási lehetőségeket bemutatja és a diákokat az egyéni életükben felmerülő hasonló problémák kapcsán a helyes döntések meghozatalára ösztönzi. Ez a tárgyalásmód teljes összhangban van az életközeli szemléletmóddal.

A tankönyv terjedelmi határokat feszegető mértékben igyekszik bemutatni a kémia tudományának *kultúrtörténeti vonatkozásait* is.

A tankönyv az életközeli szemléletmódú feldolgozásnak megfelelő új, a hagyományos kémiatanításban eddig nem használt *módszertani feldolgozási javaslatokat* is tartalmaz. Ilyenek a tematikus levelek megfogalmazása, plakátok, figyelemfelkeltő akciók készítése, szervezése, viták lefolytatása, szerepjátékok. Ezek a módszerek alkalmasak arra, hogy fejlesszék a diákok beszédképességét, egyéni és közösségi igényeik megfogalmazási képességét, egymásra figyelési képességét, csoportos együttműködését, miközben alkalmat adnak a kémiai folyamatok, szabályszerűségek mélyebb megértésére, a kémiai szaknyelv gyakorlására is. Ezekre a készségekre és képességekre a diákoknak rendkívül nagy szüksége lesz a további életük során.

Az előbb felsorolt módszerek alkalmazása a kiscsoportos, nem frontális osztálymunkán alapuló tevékenységek vezetésében való jártasságot kíván a tanártól. Az ehhez szükséges technikák ismeretét és a készségeket a tanárképző intézményekben sajnos nem szerezhették meg a tanárok. Ezt a hiányt igyekszik pótolni a tankönyv szerzője által vezetett „Az életközeli kémiatanítás módszerei, technikái a tanítási és

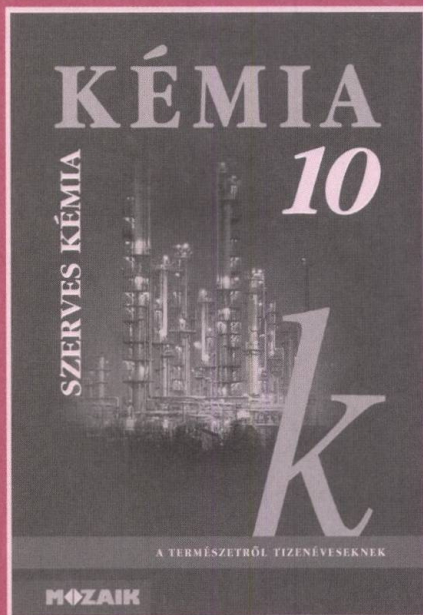
tanulási gyakorlatban” című 30 órás továbbképzés (eng. szám: OM 384/58/2002.), amelynek keretében a résztvevők a gyakorlatban is elsajátíthatják és gyakorolhatják ezeket a technikákat. Ez a továbbképzés nyújt lehetőséget arra is, hogy a XX. Kémiatanári Konferencián már bemutatott laboreszköz-készlet előállítására is megtanítsa a résztvevőket.

Az eszközkészlet kifejlesztéséhez az a tény adta az ötletet, hogy – ugyan minden kémia tankönyv tele van kísérletekkel, hiszen kémiát tanítani kísérletek nélkül nem lehet, de nem is érdemes – a kémiát tanító tanárra kettős nyomás nehezedik, egyrésztől, hogyan szereljen fel és tartson karban egy szertárat, készítsen elő minden órára kísérleteket saját szabadideje rovására, másrésztől hogyan küzdjön meg a gazdasági vezetővel újabb és újabb eszközökért és vegyszerekért. Biztosan segítséget nyújthat egy-két nehezebb kísérlet esetében a videó, a CD-ROM „bevetése” a kémia órán, de mindannyian tudjuk, semmilyen média nem tudja pótolni az egyénileg elvégzett megfigyeléseket, kísérleteket, hiszen ezek fejlesztik a diákok önálló megfigyelési, manipulatív és kreatív készségeit. Ennek az eszközkészletnek az elkészítése nem igényel semmilyen anyagi ráfordítást, hiszen kiürült konzerves dobozból, befőttes üvegekből, műanyag flakonokból készül, ezért minden diák számára hozzáférhető, elkészíthető. A kísérleti eszközök kémia órára történő előkészítése szintén nem igényel a tanártól külön időt és energiát, hiszen minden diák rendelkezik a szükséges eszközökkel. A továbbképzésen néhány egyszerű, a mindennapi élet anyagaival – sütőpor, konzervlé, málnaszörp – végzett kísérleten keresztül mutatjuk be ezen eszközök alkalmazását a gyakorlatban is. A résztvevőknek alakalmuk nyílik az eszközök kipróbálására is.

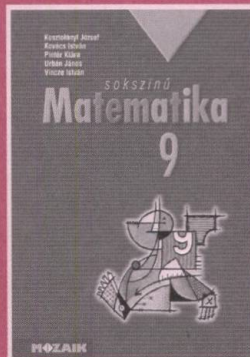
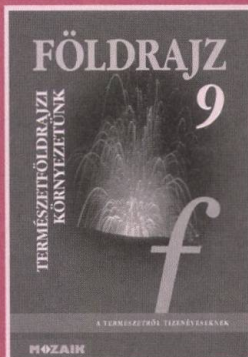
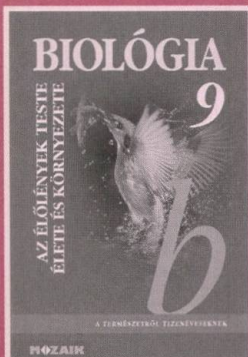
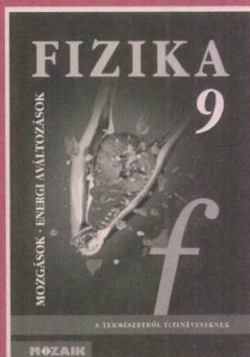
A TERMÉSZETRŐL TIZENÉVESEKNEK

A NÉPSZERŰ SOROZAT ÚJABB KÖTETEKSEL BŐVÜLT

Megjelentek a tankönyvcsalád
6. és 10. évfolyamos kötetei:
a Természetismeret 6., az Egészségtan
modul 6., a Földrajz 10., Fizika 10.,
Kémia 10. és a Biológia 10. tankönyvek.
Az általános iskolai tankönyvekhez
munkafüzetek és tudásszintmérő
feladatlapok kapcsolódnak. A tantervek és
tanmenetek a kiadó honlapján találhatóak
meg. A tankönyvcsalád kiemelkedő
színvonalát az elmúlt évben is rangos
versenyen ismerték el: elnyerte
a Szép Magyar Könyv 2001 Verseny
tankönyv kategória díját.



A SZÉP MAGYAR KÖNYV 2001 VERSENY DÍJNYERTES KÖTETEI



MOZAIK KIADÓ

Levélcím: 6701 Szeged, Pf. 301.

Telefon: (62) 470-101, Fax: (62) 554-666

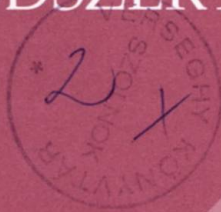
E-mail: kiado@mozaik.info.hu

MOZAIK KÖNYVESBOLT

1082 Budapest, VIII. Üllői út 70., Tel.: 31-42-612

www.mozaik.info.hu

MOZAIK
www.mozaik.info.hu



Reakciótáblázat –
Egy új szemléletes megoldási
módszer a sztöchiometriai és
egyensúlyi számításokhoz

(Dr. Tóth Zoltán)

Különleges kísérletek –
Klór-durranógáz

(Dr. Galbács Zoltán – dr. Galbács Gábor)

A szkennер új szerepben
a kémiai szemléltetésért

(Varga Attila)

XI. ÉVFOLYAM 2003

4

A KÉMIA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Főszerkesztő:

Dr. Adamkovich István

A szerkesztő munkatársai:

Kószó Katalin

Németh Veronika

Dr. Tóth Zoltán

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3/B

Tel.: (62) 470-101,

FAX: (62) 554-666

Kiadó:

MOZAIK Kiadó Kft.

Felelős kiadó: Török Zoltán

Tördelőszerkesztő: Forró Lajos

Borítótér: Deák Ferenc

Megrendelhető:

MOZAIK Kiadó Kft.

6701 Szeged, Pf. 301

Éves előfizetési díj: 1200 Ft

A lap megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltokban:

Budapest VIII., Üllői út 70.

Megjelent az Oktatási

Minisztérium támogatásával.

A Kémia Tanításában megjelenő valamennyi cikket szerzői jog védi. Másolásuk bármilyen formában kizárólag a kiadó előzetes írásbeli engedélyével történhet.

ISSN 1216-7576

Készült

az Innovariant Kft.-ben, Szegeden

Felelős vezető: Drágán György

TARTALOM

Reakciótáblázat – Egy új szemléletes megoldási módszer a sztöchiometriai és egyensúlyi számításokhoz

Dr. Tóth Zoltán, DE TTK,

Kémia Szakmódszertani Részleg

Richter Gedeon Alapítvány a Magyar Kémia Oktatásért – „Kémia Oktatásért” Díj 2003

Egy tantárgyat nem megtanítani,
hanem megszerettetni kell

Mire jó a kémia?

Dr. Szalay Tibor emeritus professzor, DE

Különleges kísérletek – Klór-durranógáz

Dr. Galbács Zoltán – dr. Galbács Gábor

SZTE Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék

A szkennert új szerepben
a kémiai szemléltetésért

Varga Attila főiskolai adjunktus

EKF TTK Kémia Tanszéke, Eger

A víz modellezése

Berta Renáta egyetemi hallgató, ELTE TTK, Budapest

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve (két példányban), floppy lemezen vagy e-mailen (kattila@mozaik.info.hu) küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 8-10 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés). A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utaljanak rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézetek név- és évszámjelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalom alfabetikus sorrendben készüljön. Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.

Dr. Tóth Zoltán

Reakciótáblázat – Egy új szemléletes megoldási módszer a sztöchiometriai és egyensúlyi számításokhoz

A szemléletes (táblázatkészítéssel) feladatmegoldási módszerek áttekinthetőségük, térképszerű útbaigazító hatásuk miatt jelentős segítséget nyújthatnak a különböző típusú problémák megoldásában. Az egyensúlyi számításoknál elterjedt anyagszámítás-táblázat [1] vagy az oldatokkal és a kémiai reakciókkal kapcsolatos számítások szemléletes megoldására kidolgozott mérlegmódszer [2] mellett most egy újszerű megoldási módszer jelent meg a nemzetközi szakirodalomban [3,4].* Magyar neve – jobb híján – egyelőre követi az angol eredetit: reakciótáblázat módszer („Reaction Table Method”).

A reakciótáblázat módszer lényege

A reakciótáblázat – az egyensúlyi számításoknál elterjedt anyagszámítás-táblázathoz hasonlóan – oszlopokból és sorokból áll. A reakcióban szereplő valamennyi anyagnak megfelel egy oszlop. A sorokat három csoportra lehet osztani: (1) a reakció megindulása előtti, kiindulási adatokat tartalmazó sorok („kiindulás”); (2) a reakció során bekövetkező változást tartalmazó sor („változás” vagy „reakciókoordináta”); és (3) a reakció lezajlása utáni, végső adatokat tartalmazó sorok („végül”). A kiindulási és a végső adatokat tartalmazó sorokat vagy konkrét mennyiségi adatokkal, vagy ismeretlenekkel, esetleg algebrai kifejezésekkel kell kitölteni. A változást tartalmazó sorba mindig algebrai kifejezéseket kell írni.

A reakciótáblázat módszerrel bármilyen kémiai reakcióval kapcsolatos számítás a következő há-

rom lépésből áll: (1) a rendezett reakcióegyenlet felírása; (2) a reakciótáblázat felrajzolása, a táblázat celláinak kitöltése numerikus adatokkal vagy algebrai kifejezésekkel; és (3) egy vagy több olyan algebrai összefüggés keresése, amelyből (amelyekből) kiszámolható az ismeretlen, majd ennek ismeretében az algebrai összefüggések numerikus értékké alakítása és a kérdés megválaszolása.

Néhány példa a reakciótáblázat használatára

1. feladat: Hány mól víz keletkezik 1,75 mol *n*-pentanol tökéletes égésekor?

(1) A rendezett reakcióegyenlet:



(2) A reakciótáblázatot a következőképpen tölthetjük ki:

– A pentanol kiindulási mennyisége (1,75 mol) ismert, ezért azt beírhatjuk a kiindulási anyagszámítás-táblázat sorba.

– Ugyancsak beírhatjuk a víz kiindulási anyagszámítás-táblázatát, hiszen a feladat implicit módon tartalmazza azt: kezdetben nincs víz, tehát a víz kiindulási anyagszámítása nulla.

– Mivel a reakcióegyenletben szereplő anyagok közül az oxigén és a szén-dioxid mennyiségére vonatkozóan nincsenek adataink és nem is kérdéses ezek mennyisége, ezért a táblázatnak ezt a két oszlopát fölösleges kitölteni.

– A „változás” sorba minden anyag esetén annyiszor *x*-et írunk, amennyi a kérdéses anyag sztöchiometriai együtthatója a reakcióegyenlet-

* A teljesség kedvéért – a cikkben leírtak alátámasztására – megjegyzem, hogy Sándor Zoltán a Kecskeméti Református Gimnázium kémiatanára évtizedek óta oktatja sikeresen tanítványait ehhez hasonló módszerrel.

A főszerkesztő

ben. Ez azt jelenti, hogy a pentanol anyagmennyiségének változása $-2x$ mol (mínusz, mert az anyagmennyisége csökken), a víz anyagmennyiségének változása pedig $+12x$ mol (plusz, mert az anyagmennyisége nő).

– A végső (reakció utáni) anyagmennyiségeket a kiindulási anyagmennyiség és a „változás” sorban szereplő anyagmennyiség algebrai összegeként adhatjuk meg: $(1,75 - 2x)$ mol, illetve $12x$ mol. (1. táblázat)

	$C_5H_{12}O$	O_2	CO_2	H_2O
Kiindulás (n_k)	1,75 mol			0 mol
Változás (Δn)	$-2x$ mol			$+12x$ mol
Végül (n_v)	$(1,75 - 2x)$ mol			$12x$ mol

(3) Mivel a reakció során a pentanol teljes mennyisége elfogy, azaz végső anyagmennyisége 0 mol, ezért felírhatjuk a következő algebrai egyenletet: $1,75 - 2x = 0$, és ebből $x = 0,875$ adódik. Ezt behelyettesítve a víz végső mennyiségét leíró összefüggésbe kapjuk, hogy a reakció során $12 \cdot 0,875 = 10,50$ mol víz keletkezik.

Megjegyzés: Ez az anyagmennyiség táblázat lényegében megegyezik az egyensúlyi számításoknál használt táblázattal. Mint ismeretes, annál mindig a „változás” sor kitöltése okozza a legnagyobb problémát a tanulóknak, különösen abban az esetben, ha a reakcióegyenletben szereplő sztöchiometriai együtthatók egymástól különböző számértékek [5]. Az itt alkalmazott eljárás – tehát hogy mindenhova x -et írunk a megfelelő sztöchiometriai együtthatóval szorozva – kevesebb hibalehetőséget rejt magában, és ez külön értéke a reakciótáblázat módszernek.

2. feladat: Kalcium-karbid és víz reakciójával acetilént lehet előállítani. Hány gramm kalcium-karbid szükséges 0,900 g acetilén előállításához?

(1) A rendezett reakcióegyenlet:



(2) A reakciótáblázatot a következőképpen tölthetjük ki:

– Ismert az acetilén végső tömege (0,900 g), és keressük a kalcium-karbid kiindulási tömegét (y g). (A másik két anyag mennyiségét nem ismerjük, és nem is kérdéses, tehát ezt a két oszlopot nem szükséges kitölteni.)

– Az anyagmennyiségek megadásához szükségünk van az acetilén és a kalcium-karbid moláris tömegére: 26,0 g/mol, illetve 64,1 g/mol.

– A kiindulási tömeg és a moláris tömeg ismeretében megadhatjuk a kalcium-karbid kiindulási anyagmennyiségét: $y/64,1$ mol.

– A „változás” sorba beírjuk az „ x -eket” a megfelelő együtthatóval szorozva, és a megfelelő előjellel ellátva ($+x$ és $-x$).

– A végső (reakció utáni) anyagmennyiségeket a kiindulási anyagmennyiség és a „változás” sorban szereplő anyagmennyiség algebrai összegeként adhatjuk meg: x mol, illetve $(y/64,1 - x)$ mol. (2. táblázat)

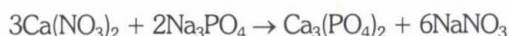
	CaC_2	H_2O	$Ca(OH)_2$	C_2H_2
Moláris tömeg:	64,1 g/mol			26,0 g/mol
Kiindulás (m_k)	y g			0 g
Kiindulás (n_k)	$y/64,1$ mol			0 mol
Változás (Δn)	$-x$ mol			$+x$ mol
Végül (n_v)	$(y/64,1 - x)$ mol			x mol
Végül (m_v)	0 g			0,900 g

(3) Két algebrai egyenletet írhatunk fel, egyet az acetilén anyagmennyiségére ($26x = 0,900$), és egyet a kalcium-karbid végső anyagmennyiségére ($y/64,1 - x = 0$). Az előbbiből $x = 0,03462$ adódik. Ennek figyelembevételével a második egyenletből y számolható ($y = 2,22$). Így tehát a kalcium-karbid tömege 2,22 g.

Megjegyzés: Természetesen ennek a két feladatnak sokkal egyszerűbb megoldásai (például az arányossággal történő megoldás) vannak. Ez a példa is mutatja, hogy a különböző, általános használható megoldási módszerek abban az értelemben egyenértékűek, hogy az egyik feladat esetén az egyik a legegyszerűbb, míg egy másik feladat esetén a másik módszer a legegyszerűbb megoldás.

3. feladat: A kalcium-foszfátot kalcium-nitrát és nátrium-foszfát reakciójával lehet előállítani. Hány gramm kalcium-foszfát képződik, ha 49,23 g kalcium-nitrátot 44,28 g nátrium-foszfáttal reagáltatunk?

(1) A rendezett reakcióegyenlet:



(2) A reakciótáblázatot kitöltésekor a következőkre kell figyelni:

– Valamennyi termék kezdeti mennyisége nulla.
 – A nátrium-nitrátra vonatkozó oszlopot nem szükséges kitölteni, hiszen annak mennyiségéről semmit sem tudunk, és nem is kérdéses a mennyisége. (3. táblázat)

(3) Két esetet kell megvizsgálunk:

– Amennyiben a kalcium-nitrát fogy el teljes egészében – azaz a kalcium-nitrát a meghatározó reagens –, akkor a következő algebrai egyenletet írhatjuk fel: $n_v = 0 = 0,3000 - 3x$. Ebből $x = 0,1000$.

– Amennyiben a nátrium-foszfát a meghatározó reagens, akkor annak végső anyagmennyisége nulla, tehát a felírható egyenlet: $n_v = 0 = 0,2701 - 2x$. Ebből $x = 0,1350$ adódik.

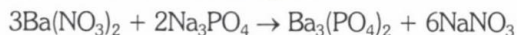
– A reakcióban az a kiindulási anyag fogy el, az a meghatározó reagens, amelyre az így számolt x a legkisebb (egyébként negatív értéket kapnánk a másik reagens mennyiségére). Ebben az esetben tehát a kalcium-nitrát a meghatározó reagens, így a termék mennyiségét $x = 0,1000$ felhasználásával kell számolni. A reakcióban tehát 0,1000 mol, azaz 31,0 g kalcium-foszfát képződik.

Megjegyzés: Az ilyen típusú feladatok megoldásakor nagy problémát jelent, hogy a tanulók általában nincsenek tisztában a meghatározó reagens fogalmával. További probléma a meghatározó re-

agens kiválasztása. Ennek többféle módszere is lehetséges [6]. Az itt bemutatott módszer az egyik legbiztosabb, legkönnyebben alkalmazható eljárás a meghatározó reagens kiválasztására.

4. feladat: Összeöntünk két vizes oldatot: 287 cm³ 0,483 mol/dm³ koncentrációjú Na₃PO₄-oldatot és 249 cm³ 0,322 mol/dm³ koncentrációjú Ba(NO₃)₂-oldatot. Hány gramm bárium-foszfát képződik a reakcióban, és mennyi lesz az egyes ionok koncentrációja a végső oldatban? (Tekintsük az oldattérfogatokat összeadhatónak.)

(1) A rendezett reakcióegyenlet:



(2) A reakciótáblázat kitöltésekor a következőkre kell figyelni:

– A képződő bárium-foszfát csapadék, ezért a végső térfogatával nem tudunk (és nem is kell) számolni.

– Mivel a kiindulási oldatok térfogata összegezhető, ezért az oldat végső térfogata 0,536 dm³ lesz. (4. táblázat)

(3) Ismét két esetet kell megvizsgálunk:

– Amennyiben a bárium-nitrát fogy el teljes egészében – azaz a bárium-nitrát a meghatározó reagens –, akkor a következő algebrai egyenletet írhatjuk fel: $n_v = 0 = 0,0802 - 3x$. Ebből $x = 0,02673$.

	Ca(NO ₃) ₂	Na ₃ PO ₄	Ca ₃ (PO ₄) ₂	NaNO ₃
Moláris tömeg:	164,1 g/mol	163,9 g/mol	310,2 g/mol	
Kiindulás (m _k)	49,23 g	44,28 g	0 g	
Kiindulás (n _k)	0,3000 mol	0,2701 mol	0 mol	
Változás (Δn)	-3x mol	-2x mol	+x mol	
Végül (n _v)	(0,3000 - 3x) mol	(0,2701 - 2x) mol	x mol	
Végül (m _v)	164,1(0,3000 - 3x) g	163,9(0,2701 - 2x) g	310,2x g	

3. táblázat

	Ba(NO ₃) ₂	Na ₃ PO ₄	Ba ₃ (PO ₄) ₂	NaNO ₃
Moláris tömeg:	261 g/mol	164 g/mol	602 g/mol	85 g/mol
Kiindulás (V _k)	0,249 dm ³	0,287 dm ³	0 dm ³	0 dm ³
Kiindulás (c _k)	0,322 mol/dm ³	0,483 mol/dm ³	0 mol/dm ³	0 mol/dm ³
Kiindulás (n _k)	0,0802 mol	0,1386 mol	0 mol	0 mol
Változás (Δn)	- 3x mol	- 2x mol	+ x mol	+ 6x mol
Végül (n _v)	(0,0802 - 3x) mol	(0,1386 - 2x) mol	x mol	+ 6x mol
Végül (V _v)	0,536 dm ³	0,536 dm ³	-	0,536 dm ³

4. táblázat

– Amennyiben a nátrium-foszfát a meghatározó reagens, akkor annak végső anyagmennyisége nulla, tehát a felírható egyenlet: $n_v = 0 = 0,1386 - 2x$. Ebből $x = 0,06931$ adódik.

– Ebben az esetben tehát a bárium-nitrát a meghatározó reagens, így a termék mennyiségét $x = 0,02673$ felhasználásával kell számolni.

– A reakcióban tehát $0,02673$ mol, azaz $16,1$ g bárium-foszfát csapadék képződik.

– A végső oldatban $6 \cdot 0,02673 = 0,1604$ mol NaNO_3 és $0,08514$ mol Na_3PO_4 van. Az ezekből származó ionok anyagmennyisége: $0,4158$ mol Na^+ , $0,1604$ mol NO_3^- és $0,08514$ mol PO_4^{3-} . Az ionkoncentrációk: $[\text{Na}^+] = 0,776$ mol/dm³, $[\text{NO}_3^-] = 0,299$ mol/dm³ és $[\text{PO}_4^{3-}] = 0,159$ mol/dm³. (Természetesen a nátriumion és a nitrátion koncentrációját a kiindulási adatokból közvetlenül is ki lehet számolni, mivel ezek az ionok nem vesznek részt a reakcióban.)

Megjegyzés: Az oldatreakciókkal kapcsolatos feladatok megoldásakor a legnagyobb probléma az, hogy a reakcióegyenletben szereplő szimbólumok ilyenkor egyszerre jelentik a megfelelő oldatot és az abban található kémiai tisztá anyagot. A reakciótáblázat módszere sem oldja fel ezt a zavaró kettősséget. Véleményem szerint helyesebb először egy reakcióséma alapján dolgozni, majd a kiindulási anyagmennyiségek ismeretében áttérni a reakciótáblázatra a meghatározó reagens kiválasztása és x meghatározása céljából. Ezek után a feladat megoldását ismét a reakcióséma használatával fejezzük be.

5. feladat: Kén-trioxid előállítása során adott hőmérsékleten és nyomáson a következő egyensúlyi koncentrációk alakultak ki: $[\text{SO}_2]_e = 0,100$ mol/dm³, $[\text{O}_2]_e = 0,050$ mol/dm³, $[\text{SO}_3]_e = 0,900$ mol/dm³. Számítsuk ki, hány százalékos volt az átalakulás!

(1) A rendezett reakcióegyenlet:



(2) A reakciótáblázat kitöltésekor a következőkre kell figyelni:

– Mivel a reakcióelegy térfogata állandó, ezért az anyagmennyiségek helyett használhatjuk közvetlenül a koncentrációkat is.

– A végső állapot most az egyensúlyi állapotot jelenti.

– A kérdés megválaszolásához ismernünk kell a kiindulási anyagok kezdeti koncentrációját. A termék kiindulási koncentrációja nulla. (5. táblázat)

	SO_2	O_2	SO_3
Kiindulás (c_i)	y mol/dm ³	z mol/dm ³	0 mol/dm ³
Változás (Δc)	$-2x$ mol/dm ³	$-x$ mol/dm ³	$+2x$ mol/dm ³
Végül (c_v)	$(y-2x)$ mol/dm ³	$(z-x)$ mol/dm ³	$2x$ mol/dm ³

(3) A felírható algebrai egyenletek a következők:

$$2x = 0,90. \text{ Ebből } x = 0,45.$$

$$y - 2x = 0,10. \text{ Ebből } y = 1,0.$$

$$z - x = 0,05. \text{ Ebből } z = 0,50.$$

– Az átalakulás mind a kén-dioxidra, mind az oxigénre számolva 90%-os.

Megjegyzés: A térfogat állandósága miatt az anyagmennyiség-táblázat helyett valóban használhatunk koncentráció-táblázatot is. Kezdő feladatmegoldók esetén azonban tanácsosabb az anyagmennyiség-táblázatnál maradni. Ezt úgy tehetjük meg, hogy a térfogatot önkényesen és célszerűen 1 dm³-nek választjuk, így az anyagmennyiségek számértékeileg megegyeznek a koncentrációkkal.

6. feladat: Egy zárt, állandó térfogatú tartályba annyi ammóniagázt töltünk, hogy nyomása $60,7$ kPa legyen. Ezután oxigéngázt vezetünk bele úgy, hogy a tartályban lévő gázelegy össznyomása $112,3$ kPa-ra nőjön. Ezt követően elektromos szikra hatására a tartályban végbemegy a két gáz közötti kémiai reakció, amelyben nitrogén-monoxid és vízgőz képződik. Mennyi lesz a reakció lejártszódása után a tartályban az össznyomás változatlan hőmérsékleten?

(1) A rendezett reakcióegyenlet:



(2) A reakciótáblázat kitöltésekor a következőkre kell figyelni:

– Mivel a reakcióelegy térfogata és hőmérséklete állandó, ezért az anyagmennyiségek helyett használhatjuk közvetlenül a nyomásokat is.

– A tartályban lévő gázelegy össznyomása az egyes gázok parciális nyomásának összegéből

számolható. (Az oxigéngáz kezdeti parciális nyomása tehát 51,6 kPa.) (6. táblázat)

(3) A meghatározó reagens kiválasztásához:

– Amennyiben az ammónia fogy el:

$$p_v = 0 = 60,7 - 4x. \text{ Ebből } x = 15,2.$$

– Amennyiben az oxigén fogy el:

$$p_v = 0 = 51,2 - 5x. \text{ Ebből } x = 10,2.$$

– Az utóbbi a kisebb, tehát az oxigén a meghatározó reagens.

A tartályban a reakció után ammónia lesz, melynek parciális nyomása $60,7 - 4 \cdot 10,2 = 19,9$ kPa, nitrogén-monoxid lesz, melynek parciális nyomása $4 \cdot 10,2 = 40,8$ kPa, és vízgőz lesz, amelynek parciális nyomása $6 \cdot 10,2 = 61,2$ kPa. A tartályban az össznyomás ezek összege, azaz 122 kPa.

Megjegyzés: A térfogat és a hőmérséklet állandósága miatt az anyagmennyiség-táblázat helyett használhatunk parciális nyomás táblázatot is. Kezdő feladatmegoldók esetén azonban tanácsosabb az anyagmennyiség-táblázatnál maradni. Ezt úgy tehetjük meg, hogy az általános gáztörvényben szereplő V/RT tényezőt önkényesen és célszerűen 1-nek választjuk, így az anyagmennyiségek számértékileg megegyeznek a nyomásértékekkel.

A reakciótáblázat módszer értékelése

A módszernek a következő pozitívumai vannak:

(1) Mint minden táblázatos módszerrel, segítségével az adatok áttekinthetők és könnyen kezelhetők.

(2) Alkalmas valamennyi egyirányú és egyensúlyra vezető reakcióval kapcsolatos sztöchiometriai számításra.

(3) A „változás” sor kitöltése az anyagmennyiség-táblázat korábban megszokott módszeréhez képest lényegesen egyszerűbb.

(4) A módszerből logikusan következik a meghatározó reagens kiválasztásának egy biztos módja.

Ugyanakkor ez a módszer sem csodaszer, ennek is vannak hiányosságai:

(1) A sztöchiometriai számítások jelentős részénél ismereteseek ennél egyszerűbb megoldási módszerek (megoldás a mólfogalommal vagy az arányosság használatával).

(2) A reakciótáblázat módszer ebben a formájában nem szünteti meg az oldatreakciókkal kapcsolatos számítások során felmerülő nehézségeket, nevezetesen azt, hogy a reakcióegyenletben szereplő szimbólumok egyszerre jelentik a kémiai tisztaságot és annak adatát.

Irodalom

- [1] Villányi A.: Ötösöm lesz kémiából (Megoldások), Calibra Kiadó, Budapest, 62. oldal.
- [2] Tóth Z.: Kémiai számítások mérlegmódszerrel. Pedellus Kiadó, Debrecen, 1996.
- [3] Watkins, S.F.: Applying the reaction table method for chemical reaction problems (Stoichiometry and equilibrium). Journal of Chemical Education, 80. évfolyam, 6. szám, 2003. 658. oldal.
- [4] Watkins, S.F.: The reaction table. <http://wb.chem.lsu.edu/htdocs/people/sfwatkins/MERLOT/rt/00rt.html> (2002).
- [5] Olmsted, J.III.: Amounts tables as a diagnostic tool for flawed stoichiometric reasoning. Journal of Chemical Education, 76. évfolyam, 1. szám, 1999. 52. oldal.
- [6] Tóth Z.: Tanulói stratégiák alapuló feladatmegoldás kémiaórán. Módszerek és eljárások 12. kötet (Szerk: Tóth Z.), Debrecen, 2002. 91. oldal.

	NH_3	O_2	NO	H_2O
Kiindulás (p_k)	60,7 kPa	51,2 kPa	0 kPa	0 kPa
Változás (Δp)	$-4x$ kPa	$-5x$ kPa	$+4x$ kPa	$+6x$ kPa
Végül (p_v)	$(60,7 - 4x)$ kPa	$(51,2 - 5x)$ kPa	$4x$ kPa	$6x$ kPa

6. táblázat

Richter Gedeon Rt. a Magyar Kémia Oktatásáért „Kémia Oktatásért” Díj 2003

A Richter Gedeon Vegyészeti Gyár Rt. 1999-ben díjat alapított általános-, közép- és szakközépiskolai tanárok részére, hogy támogatja és erősítse a kémia színvonalas iskolai oktatását. „A Richter Gedeon Alapítvány a Magyar Kémia Oktatásért” kuratóriuma a díjazottakat azok közül a jelöltek közül választja ki, akik több éve elismerten a legtöbbet teszik a kémia iránti érdeklődés felkeltéséért, a kémia megszerettetéséért, és akiknek tanítványai a hazai és a nemzetközi kémiai jellegű (kémiai, vegyipari, környezetvédelmi, stb. tanulmányi versenyek valamelyikén az utóbbi években díjazottak voltak. Eddig a „Kémia Oktatásért” Díjat összesen 16 tanár nyerte el.

Az Alapítvány a díjat a 2003. évre újra kiírja. A kuratórium munkájának elősegítésére kérjük, tegyenek javaslatokat a díjazandó tanárok személyére rövid (max. egy oldal, de tényszerű) indoklással. Az írásos javaslatokat legkésőbb **2003. szeptember 6-ig** az Alapítvány címére kell eljuttatni (Richter Gedeon Alapítvány a Magyar Kémia Oktatásért, 1475 Budapest, Pf. 27). A díjak ünnepélyes átadására 2003. szeptember utolsó hetében kerül sor.

Budapest, 2003. május 30.

Dr. Lőw Miklós
az Alapítvány elnöke

Dr. Szalay Tibor

Egy tantárgyat nem megtanítani, hanem megszerettetni kell [1] – Mire jó a kémia?

Bevezetés

Napjaink egyik legnagyobb ellentmondása, hogy az információrobbanás ellenére is információhiányban élünk, márpedig a szükséges és alapvető ismeretek hiányában kiszolgáltatottá válunk. Nem vagyunk képesek kritikával fogadni, vagy felülbírálni a megtévesztő reklámokat, híradásokat stb. Ma már ott tartunk, hogy a megtévesztés a haszonszerzés egyik igen gyümölcsöző módszere lett. [2, 3]

S eközben a politikusok és a hangadó péeresek a 21. század társadalmát immár tudásalapúnak hirdetik, sajnos, üresen (tartalmatlanul). A hazai oktatás elsőszámú vezetői azon vitakozhatnak, hogy *kell-e (esetleg csak milyen mértékben) lexikális ismereteket tanítani*, ugyanekkor központi kérdés lett az olvasni tudás, vagyis a szövegértés komoly problémává érett.¹ Miért nem a jól megfizetett törvényalkotóktól és azok végrehajtóitól kéri számon, hogy

¹ Mintegy 30 éve, Nobel-díjas büszkeségünk, Szentgyörgyi Albert a memorizálás ellen emelt szót az akkor még egyetlen magyar tévéadásban. „Hiszen arra valók a könyvtárak, hogy a szükségessé vált ismeretet – bármikor – megkeressük.” Csak éppen tudni kellene megfogalmazni azt, hogy mire van szükségünk, mi az, amit még nem ismerünk. Természetesen az ismeretek beszerzése – elvileg – még könnyebbé és gyorsabbá vált a számítástechnika és informatika általánossá válásával. (Ki - ki tapasztalhatja, hogy így van-e.)

a százoldalas útmutatók ellenére is évek óta rendre nő a rosszul kitöltött adónyomtatványok száma? Függetlenül attól, hogy az adóalany nem feltétlenül képzetlen, mert tud olvasni, sőt érteni is, hiszen mondjuk egyetemi tanár. (Számukra is szövegértő olvasási tanfolyamokat kellene tartani, mint az érettségizetteknek az USA-ban?)

Aligha kétséges, hogy az oktatás általános váltsága – mindenekelőtt – az ismeretszerzés felgyorsulásából és a felhalmozott, immár beláthatatlan mennyiségű tudásanyagból fakad. A fejlődés tehát már önmagát korlátozza. Következésképpen nyilvánvaló, hogy eleve nem lehet valós cél bármilyen tantárgy megtanítása, még akkor sem, ha optimális óraszámot sikerülne kiharcolni, „kilobbizni” a tantervekben.²

Egy régi mondás („a jó pap is holtig tanul”) új megfogalmazásban kap hangsúlyt, kel szánnyra: **mindenkinek, önérdéből, egész életén át, folyton és folyvást tanulnia kell.** Ehhez törekszünk hozzájárulni a címben felvett gondolat elfogadtatásával.

Ám még így sem lehetünk védettek a megtévesztő tévé-műsorokkal, újságcikkkel szemben. Pl. néhány hete, a világ egyik leghíresebb műszaki egyetemét, a *Massachusetts-i Műszaki Főiskolát* bemutató sorozat keretében, előbb egy feltaláló szerepelt, aki a 2-3 dollárért beszerezhető *plazmotront* ajánlotta a nézők figyelmébe. Ezzel az egyszerűnek tűnő kis szerkezettel – állítólag – ideális gépkocsi üzemanyagot lehet előállítani, plazmásítással. Majd a jövő valóban ígéretes energiaforrásáról, az *atommagfúzióról* szólt egy valóban tartalmas, tudományos igényű összeállítás. Volt-e néző vajon, akiben gyanú merült fel: mi a valós alapja ezeknek a méretükben és

értékükben nagyon különböző, céljukban pedig megegyező eszközöknek? Beláthatatlan jelentőségűek, mert tiszta, és a környezetet nem szennyező energiaforrások lennének. (Nemcsak a jövőben, a feltaláló szerint az előbbi már is az. Úgy vélem, a mindennapi ember csak **elhinni** tudhatja bármelyiket is.)

Nyilvánvaló, ezért **nem is elég az iskolák gyerek-centrikusságát hangoztatni. Legálább ennyire fontos lenne belátni és beláttatni, a gyerekekkel pedig megértetni, hogy a tanítás célja nemcsak a világ, hanem önmagunk megismerése is.** (Csakis ilyen szemlélettel kezdhethetjük el az eligazodást és a boldogulást az egyre bonyolultabbá váló világunkban. Kellően felkészülten tudunk cselekedni és dolgozni, miközben kritikával kell fogadnunk és szemlélnünk mindazt, ami körülöttünk történik, megjelenik, vagy elhangzik.)

Meg kell tehát mindenkinek ismernie önmagát, egyrészt, mint **biológiai lényt**, (amelynek nemcsak a felépítéséről és működéséről érdemes képet alkotni, ismereteket szerezni,) másrészt, mint egyént, vagyis a szűkebb és tágabb értelemben vett környezet **egyedét**, aki egyetlen és megismételhetetlen, sajátos tagja annak, és akinek különböző jellemzői és fejleszthető adottságai stb. vannak. Mindenkinek különleges érdeke, hogy eszmélésétől kezdve, egész életén át, tudatosan működtesse és tökéletesítse önmagát, hogy minél többre legyen képes. (De nemcsak a maga hasznára!)

Nem kell kémikusi elfogultság annak kijelentésére, hogy a vázoltakban alapvető és meghatározó lehet a kémia szerepe. Ezért tagadhatatlan és elkerülhetetlen, **hogy ezt a tantárgyat is meg kell szeretetni. (De hogyan?)**

² A Debrecen TV-ben egy vita keretében, a következő (megválaszolhatatlan) kérdés hangzott el (az OM egyik illetékesétől): hova csökkentjük tovább a kémiaórák számát a heti egy órától? Szerinte a megoldás a természettudományok integrált oktatása lenne. Hol vannak ehhez a felkészített tanárok? Hiszen az átfutási, vagyis a felkészítési idő kb. 15 év, érvelt a másik oktatásirányító vitatárs. (Szerintem az anyanyelvet is szavanként kezdjük tanulni, de arra sem árt emlékeztetni, hogy a tudományos ismeretek gyűjtése is a tudományágak differenciálódásával gyorsult fel és csupán a 20. század második felében került előtérbe az integrálódás, ami nem kétséges, a fejlődés magasabb szintjét hozta magával. (L. anyagtudományok, molekuláris biológia.)

A kémikusi, vagy molekuláris szemléletmód alapjai

A kémia talán legfontosabb fogalma az **anyagmennyiség**, amelynek egysége a mol, ami bármely anyag $6,022 \cdot 10^{23}$ számú elemi egységét (atomját vagy molekuláját) jelenti. Érdekes azonban azt is hangsúlyozni, hogy ugyanez az **elektromosság** egysége is, aminek az **elemi egysége az elektron, a különleges reagens** [4], és amelynek a régi makro-mértékegysége az 1 faraday (= F). Ez kb. 96 500 coulombnak (C) felel meg. Említjük még, hogy az elektromosság másik fontos gyakorlati mértékegysége az **amper /A/**. 1 A áramerősségű az elektromos áram akkor, ha az elektromos vezető keresztmetszetén **másodpercenként 1 C** elektromosság halad át, ami kb. **10^{18} db elektront** jelent. (A szám nagyságának felfogásakor gondoljunk arra, hogy az emberiség lélekszáma jelenleg kb. $6 \cdot 10^9$.)

Bár a nemzetközi SI – mértérendszer kissé háttérbe szorította a **kémiai egyenérték fogalmát**, mégis nagyon fontos tudni, hogy **az elemek kémiai (tömeg-) egyenértéke közel sem azonos, mert ez egyrészt függ az adott elem vegyértékétől, másrészt tömegegységben kifejezve, nagyon is eltérő lehet**. Vegyük a legegyszerűbb példát, a vizet! Ennek vegyi képlete: H_2O , ami azt jelenti, hogy 1 g hidrogén (vagy 2 g deutérium) 8 g oxigénnel egyenértékű, sőt mivel a kiindulási anyagok (H_2 és O_2) gáz-halmazállapotúak, ezért térfogatban kifejezve: kb. $22,4 \text{ dm}^3$ (0°C hőmérsékleten = 1 mol) hidrogén (és 1 mol D_2) kb. $11,2 \text{ dm}^3$ (1/2 mol) oxigénnel egyenértékű. Ebből adódik, hogy a hidrogén- és az oxigéngáz 2:1 térfogatarányú elegye azért **durranógáz**, mert ha ezt, pl. szikra vagy ütődés éri, (azaz kicsi kis energiát vesz fel, aktiválódik) felrobban.

A kevésbé járatosak számára talán még meglepőbb, hogy pl. a vas(II)-oxidban (FeO) kb. 27,9 g vas kb. 16 g oxigénnel egyenértékű, szemben a vas(III)-oxiddal (Fe_2O_3), amelyben

már csak kb. 18,6 g vas lesz ugyanennyi (16 g) oxigénnel egyenértékű!

Az anyagokat fizikai és kémiai tulajdonságaikkal jellemezzük. Ezek mérésével (meghatározásával, megfigyelésével, ellenőrzésével) azonosítani (és megkülönböztetni) is tudjuk őket.

Az **anyagok tisztasága** eleve függ az előfordulási-, illetve bányászati helyeiktől, valamint előállítási és kezelési módjuktól. Nem kevésbé függ az anyagok számos tulajdonsága, viselkedése, s így természetesen az értéke is a tisztaságtól.

Fontos rámutatni, hogy napjainkban a kémiaellenesség már ott tart, hogy a médiumokban a **kemikália** fogalmát gyakran pejoratív kicsengéssel használják, sőt legújabban „kémiai vegyületekről” és „kémiai vegyszerekről” is szólnak, vélekednek a felkent zsenik. Holott illene tudni, hogy a kemikáliák sokszor, és éppen azért sokkal értékesebb anyagok társaiknál, mert különleges tisztaságúak, vagy mert különleges és sajátos célokra használhatók, kizárólagosan.

Kézenfekvő volt és régi (ős-) időkre nyúlik vissza az a törekvés, hogy valamely anyag minőségét, tisztaságát, vagy összetételét minél pontosabban ismerjük, ellenőrizhessük. Ennek nyomán alakult ki a kémiának felbecsülhetetlen értékű, és egyre nagyobb teljesítményre képes ága, az **analitika, vagy elemző kémia**. (Hol tartana a világ: az ipar, a mezőgazdaság, a biológia egésze, a gyógyászat, vagy az orvostudomány stb. e nélkül?)

Az analitikai kémia gyakorlati fontosságát jelzi többek között a koncentrációk (mint mértékegységek) sokfélesége és nem kevésbé széleskörű elterjedtsége, praktikussága. Pl.: **tömeg-, térfogat- és vegyes %**, kémiai koncentráció, vagy **molaritás** = mol/dm^3 , **molalitás** = $\text{mol/1000 g oldószert}$, **móltört**: az adott i anyag mennyiségének (mol-ban), és az összes anyag mennyiségének (mol-ban), a hányadosa: $x_i = n_i/\Sigma n_j$, valamint a **ppm** (= parts per million). Ez utóbbi kettőnek a definíciója nagyon fontos tényre utal: közel sem mindegy, hogy **valamely**

anyag mennyi más anyag mellett fordul elő, mert viselkedése (reaktivitása) függ az összes többi jelenlévő anyag minőségétől és mennyiségétől. (Ismert, hogy a nemes- és a rozsdamentes acélokat ötvözéssel állítják elő vasból, pontosabban szénacélokból, de az már kevésbé, hogy manapság elektromos kemencékben, oxigén betáplálásával, kiégetik és eltávolítják a nem kívánatos idegen anyagokat. Az így nyert nagytisztaságú vas is kevésbé rozsdásodik, nemes acélként viselkedik.)

Érdemes arra is rámutatni, hogy a heterogén (többfázisú) rendszerekben az anyagok eloszlása közel sem egyenletes, vagyis **lényegesen különbözhet az egyes összetevők, vagy szennyezők helyi koncentrációja az átlagostól, a globálistól**. (Erre gyakran még a szakértők sem igazán gondolnak.)

Sok megfélemtetett ember számára manapság már **a bio-, vagy a természetes eredet hangoztatása elegendő garancia lehet valamely anyag jóságának az igazolására**. Sokáig hirdették a rádióban pl. a *biológiailag erjesztett ecet* kiválóságát és különlegességét, újabban pedig a *bioetanol* gyártásának a tervbevételeiről hallhattunk. (Az erjesztés maga is biológiai folyamat, és az hogy a finomszesz /kétszeresen is bio lenne?, mint áru, mit ér, soha nem az eredettől, hanem a tisztaságtól függ.)

Sokszor a csak félig, vagy rosszul megjegyzett megállapítások is okozhatnak tévedést és hiedelmet. Pl. a gyümölcsökben fogyasztott C-vitamin (= aszkorbinsav) többek között azért *hatékonyabb* a szintetikustól³, a pasztillaként kiszerezettől, mert más savakkal (citromsav, borkősav stb.) együtt fogyasztjuk, amely savak meghosszabbítják a lebomlás és a felhasználódás időtartamát. (Az aszkorbinsav redukáló tulajdonságú anyag, következésképpen könnyen oxidálódik, elveszti hatékonyságát. Azt talán már külön nem is kell magyarázni, hogy a gyü-

mölcsökben sok minden más hasznos anyag is van, pl. az emésztést segítő, rostos szerves, vagy a manapság agyonreklámozott ásványi anyagok, úgy is, mint nyomelemek. Következésképpen a nyers gyümölcsök és zöldségfélék fogyasztása sokkal egészségesebb és kifizetődőbb az agyonreklámozott csodaszerekénél..)

Az anyagok reakcióhajlama

A *Engyelejev* nyomán az elemek periódusos rendszerének (később pedig még inkább, az atomok elektronszerkezeti felépítésének) ismeretében viszonylag könnyen el lehet igazodni az elemek viselkedésének a megítélésében. Kevésbé lehetünk azonban biztosak a sokszáz-ezer szerves vegyület, vagy még kevésbé a sok millió szerves vegyület vonatkozásában, és talán még nehezebb a dolgunk a komplex vegyületek területén. Következésképpen bármilyen általunk nem ismert és még nem használt anyagról előbb célszerű ismereteket szerezni, *nehogy kellemetlen következményekben legyen részünk, amikor használjuk őket*. Tehát **közel sem a kémiával van a baj, hanem azokkal, akik felelőtlenül és tájékozatlanul használnak bármilyen anyagot**.

Itt csak utalni lehet általánosságban arra, hogy az anyagok viselkedése (stabilitása, inertisége vagy éppen reakciókészsége) függ a körülményektől: a halmazállapottól, (olykor az aprítottsági foktól l. kolloidok) a hőmérséklettől, a nyomástól – és mint már hangsúlyoztuk – a jelenlévő többi anyag minőségétől és mennyiségétől, valamint állapotától. (Ugyanúgy, mint ahogyan az *egyén viselkedése is függ a társadalomtól, az adott környezettől, amelyben él és dolgozik*.)

A gyakran önmagukat tévedhetetlennek vélelők azonban nemcsak a vázoltaktól tekintenek el, hanem a kémia régen felismert, olyan alap-

³ A szintetikusként vélt anyagok nem feltétlenül mesterségesen előállított termékek. Nagy részük természetes eredetű, csak tisztításuk, feldolgozásuk és kiszerezésük gyári. (L. cukor, finomszesz /etanol/, ecet, C-vitamin, borkősav, természetes színezékek. A sort végtelenül folytathatnánk.)

vető törvényétől is, mint pl. a *tömeghatás* (pontosabban a koncentrációhatás) *törvényétől*.

Utaltunk már arra, hogy életünk minősége, lefolyása nagymértékben függ életmódunk, étkezési szokásainktól stb. Könnyen belátható, hogy különös jelentősége van mindannak, ami és ahogyan bejut a szervezetünkbe illetve, ahogyan távozik. Külön kell hangsúlyozni a *tüdő és a bőr sajátos szerepét*. (A *tüdő és a bőr* egyaránt háromfázisú rendszert jelent, mert a sejtszövet közel *szilárd*, a nedvesség/víz *folyadék*, a levegő pedig gáz és ez még ráadásul szennyezett is. L. dohányzás!)

A többfázisú, vagy heterogén kémiai reakciók jellegzetessége, hogy a határfelületen szorbeálódó (megkötődő) anyagok ún. *aktív állapotba* kerülhetnek, és a megkötődésükből eredően *tartózkodási idejük megnövekszik*, ami azt jelenti, hogy a véletlenszerűen bekövetkező kémiai reakciók valószínűsége is nagyobb lesz. (L. a dohányzás és a daganatos gócképződés kapcsolata. Bővebben: [5])

További néhány igencsak elgondolkasztató példa

A közszolgálati tévé egyik csatornáján, egy ismeretterjesztő műsor keretében, az egyik közreműködő a vizes oldatok savasságának vagy lúgosságának a jellemzésére szolgáló pH-skálát, $\text{pH} = 1$ -től eredeztette. Illene tudni, hogy ennek a skálának definiálatlan mind az alsó, mind a felső határértéke. Az előbbi kissé önkényesen 0-nak, az utóbbit pedig 14-nek vesszük, ami a víz ionszorzatából ($= 1 \cdot 10^{-14}$) adódik, de az is, hogy az egyetlen fix pont csakis a $\text{pH} = 7$ lehet, minthogy definíció szerint a

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+] \text{ és}$$

a semleges vízben: $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$. (A pontosság kedvéért megjegyezzük, hogy a pH-skálát aktivitásokkal fejezzük ki, de híg oldatokban az aktivitás gyakorlatilag megegyezik a koncentrációval.)

Ugyanez a tudáshintő szakember a konyhasóról azt vélelmezte, hogy a szervezetben sósavvá alakul, és hogy húst azért nem érdemes enni, mert annak a foszfortartalma foszforsavvá alakul, márpedig az csontritkulást okoz. (Az emberi gyomorban kb. $0,1 \text{ mol/dm}^3$ a sósav koncentrációja, és ha ide bekerül a konyhasó, akkor ez a hidrogénion koncentrációját nem változtatja meg! Az meg külön talány, hogy a hús foszforja hogyan lesz foszfát, aztán meg foszforsav, és mint ilyen, hogyan jut a csontokba. [6])

Hasonló tévedést követett el az egyik legnépszerűbb országos napilap újságírója is, aki az útsózással kapcsolatban fejtette ki ugyanezt, hogy ti. a NaCl-ból HCl lesz.

Még lehangolóbb az, hogy ugyanebben az újságban a feltalálók arról panaszkodtak, hogy a konyhasónál tartósan hatékonyabb (?) fagyáscsökkentő oldatukat az országban nem használják. (Karbamid és ammónium-nitrát keverékének az oldatáról van szó, aminek a hatásfoka nemhogy jobb lenne, hanem éppenséggel kisebb, legalábbis a híg oldatok kolligatív sajátságait leíró összefüggés értelmében. Az meg külön kérdés, hogy mitől hosszabbodna meg a hatás időtartama.)

A feltalálók azon vélekedése is hibás, miszerint pl. a vasbetonhidakra nem lenne káros és veszélyes az oldatuk. *Magyarázat*: valamikor a kalcium-kloridot kiterjedten használták a beton fagyáskárosodásának csökkentésére. Ma már tiltják, mert időközben kiderült – jóllehet, eleve lehetett volna tudni –, hogy a kloridionok kimozdítják, *oldékonnyá teszik* a beton szilikátrácsát *stabilizáló kalciumionokat*, miáltal annak szilárdsága fokozatosan és gyorsuló ütemben gyengül. Az ammónium-nitrát esetében még rosszabb a helyzet, mert a rendszeridegen *ammóniumionok* közvetlenül is hatnak, mivel kationként szorítják ki a kalcium ionjait a rácsból, vagyis társultan roncsolják a beton szerkezetét, sőt ráadásként *ez a só még savanyítja is a betont*. Ti. az ammónium-nitrát

gyengén savas kémhatású oldatot képez a vízben, szemben a nátrium-kloriddal, ami semleges kémhatású. (A nátrium-hidroxid erős bázis, a sósav pedig erős sav. Szemben az ammónium-nitrát kiindulási anyagaival, amelyek közül a salétromsav erős sav, az ammónium-hidroxid pedig közepesen erős lúg, ezért a kémiaileg egyenértékű oldataik elegyítésekor kissé savas lesz a közeg, illetve a szilárd ammónium-nitrát feloldásakor is az lesz.)

Az egészséges életmód

Hgy kis fantáziával könnyen belátható, hogy **az emberi test egy jól szabályozott biokémiai reaktor**, amely csak részlegesen tekinthető zártnak, több helyen is nyitott. A benne bekövetkező anyagátalakulásokat energiatranszformáció kíséri, vagyis az (ismertebb szóval) *anyagcseréhez energiatranszformáció és energiatranszformáció is társul*. Természetesen az élet fenntartása energiatranszformációval jár, és amennyiben az elfogyasztott anyagok az ehhez szükségesnél sokkal több energiát hordoznak, visznek be, akkor a többlet beépülése nem kívánt következményekkel jár. Miközben a be nem épült, vagy át nem alakult anyagok részben a bélrendszeren, részben a tüdőn és a bőrön keresztül távoznak.

Az emberi szervezet könnyen és gyorsan hozzászokik a spontán, vagy tudatosan felvett életmódhoz. (Nemcsak az ételek és italok mennyiségéhez és az időszakokhoz, vagy időpontokhoz, hanem az életritmushoz is általában, és sajnos a káros szenvedélyekhez, a dohányzáshoz, az italozáshoz is.)

Kinek-kinek saját érdeke, hogy ezt a reaktort felügyelje és szabályozza, vagyis *törődjön az inputtal és az outputtal egyaránt*. Ehhez természetesen biológiai és kémiai ismeretek kellenek. Mi e cikk keretében ez utóbbihoz kívántunk segítséget adni.

Ne feledjük közben a régi ajánlást sem: *reggelizzél annyit, mint egy polgár, az ebédet oszd meg a barátoddal, a vacsorát pedig add az elenségednek!*

Összefoglalás

Ha bármikor is érdemes volt, akkor napjainkban aztán igazán nem árt megfogadni a tanácsot, mely szerint *egy tantárgyat nem megtanítani, hanem megszerettetni kell*. Ennek megfogadása talán elősegíti a kilábalást az oktatás nagy csapdájából, amit a felhalmozott ismeretanyag óriási, és egyre gyorsulva szaporodó mennyisége idézett elő.

A méltánytalan helyzetbe sodort kémia hasznát és értékét sok-sok példa bemutatásával lehet igazolni. Az ismeretek elsajátításával és hasznosításával pedig – esetleg – cáfolni az állítólagosan Goethe-től származó mondást: „két dolog végtelen: a Világegyetem és az emberi butaság, de az előbbi nem biztos.”⁴

Irodalom

- [1] Litván József: Ítéletidő. Tekintet Alapítvány. Budapest, 1991. 16. oldal
- [2] Szalay T.: Visszhang, avagy gondolatok a természettudományi szakmódszertanokról 1999. évi, 3. országos debreceni találkozójának nyomán. A KÉMIA TANÍTÁSA VIII (1), 17 (2000)
- [3] Szalay T.: Információrobbanás és a kémia oktatása. Ibid. IX (1), 4 (2001)
- [4] Szalay T.: Érdekességek a kémia történetéből II. A különleges reagens, az elektron. Ibid. VIII (4), 9 (2000)
- [5] Szalay T.: Kémia mindenhol. Ibid. X (5), 13 (2002)
- [6] Szalay T.: Mindennapi kémia I. Okozhat-e csontritkulást az ásványvíz? (A legfontosabb értékünk az egészség, vagy mégsem?). Ibid. X (2), 5 (2002)

⁴ Bencze Gyula, a Mindentudás Egyeteme c. tévé-előadássorozat keretében, a nukleáris energiáról tartott előadásának ez volt a befejező gondolata.

Dr. Galbács Zoltán – dr. Galbács Gábor

Különleges kísérletek – Klór-durranógáz

A kémiai kísérletezés során egy meglepő, hatásos jelenség különösen mély nyomot hagyhat a szemlélőben. Időnként egy-egy szabályozott, veszélytelen „robbanás” többet érhet, mint sok tanári figyelmeztetés. Ezek sorában különösen tanulságos a klór-durranógáz reakció. (A klór-durranógáz reakciót sok szakmunka ismerteti. A *Journal of Chemical Education* folyóirat is három alkalommal írt a bemutató kísérletről [1,2,3].) Demonstrációs kísérletként 1974 óta mutatjuk be minden kémiát tanuló hallgatónak, „nagy sikerrel”. Az évek során csiszolódott változatot ismertetjük.

A klór-durranógáz komponenseit külön tároljuk egy-egy szabványos 1 literes vizeletgyűjtő műanyag tasakban (zacskóban). (Előnyük, hogy az eredeti használat miatt két csőtoldattal ellátottak. Az egyiken keresztül a bejuttatás lehetséges, a visszautat szelep zárja el. A másik, rövidebb csőnyúlványon keresztül lehet üríteni. Ezt a nyílást műanyag dugóval zárják. Egy tasak ára 79 Ft az OMKER szaküzletben.) A gázokat vehetjük palackból. Ez egyszerűbb ott, ahol van cseppfolyós klór és nagynyomású hidrogénpalack, de egyszerű gázfejlesztőből vett gázokkal is sikerül a kísérlet. A gázfejlesztéskor jelen lévő kevés nedvesség nem zavar. (A gázfejlesztés egyik lehetséges módja megtalálható a [4] munkában.) Azzal, hogy előzetesen megtöltjük a tasakokat, sok idő takarítható meg, és pergőbb lehet a demonstráció.

Megmutatjuk a hidrogénnel töltött zacskót. Láthatóan majdnem felszáll, igazolva a levegőnél könnyebb hidrogén töltetet. A klórral töltött tasak sárgás-zöld színű. A tasak falán átszivárgó kevés klór szagáról is felismerhető. (Óvatosan megszagoltathatjuk, mérgező mennyiségű klór

nincs jelen. Levegőben 3 ppm klór már észlelhető [5]. 1000 ppm klór azonnali halált okoz. Tartósan 1 ppm is káros lehet!)

Egy harmadik tasakba (gumicső toldattal összekötve) átnyomunk a hidrogénből, majd a klórból is. Az arányokat szemmértékkel állítjuk be közel 1:1 arányúra, de előnyösebb a kismértékű hidrogénfelesleg. (Úgy a reakció után sok klór nem kerül a levegőbe.) Nem szükséges a tasakot keményre tölteni! Már 100 cm³ gáz-elegy is hatásosan durran! A tasak csőtoldatainak záró elemeit szigetelőszalaggal körbetekercsöljük, nehogy a robbanáskor elrepüljenek.

Szórt fényben látatjuk, hogy a klór és a hidrogén közös térben stabilan megmarad. Egy ún. lézerceruzával (piros fényvel) rávilágítva sem történik reakció.

Ezt követően a jól szívó vegyifülke alá, egy masszív állványra, öntapadó szalaggal (szigetelőszalaggal) lazán odaerősítve elhelyezzük a klór-durranógázzal töltött tasakot. Mellé helyezünk egy segédvakut. (A kis teljesítményű segédvakut fényképezéshez használják. Egy darab ceruzaelemről működik. Előoldalán van egy fényérzékelő. Ha a közelben fényképeznek, a vaku villanására a segédvaku is felvillan, és derítő fényével a majd elkészülő fényképen a fény-árnyék kontrasztokat csökkenti. Mi CARENA Slave-Flash 1400 Ft-os készüléket használunk.) Működésbe hozzuk a fülke elszívó motorját. A nézőket biztonságos távolságtartásra szólítjuk, és felhívjuk a figyelmet a következő erős hanghatásra.

Néhány méter távolságból lézerceruzával rávilágítva ismételtén megmutatjuk, hogy a lézercső fény önmagában nem elegendő a reakció bein-

dításához. Ezt követően úgy világítunk, hogy a lézérfény érje a bekapcsolt segédvaku érzéklőjét. A lézérfény beindítja a vaku villanását. Az erős fény a klórmolekulákat disszociálva láncreakciót indít el:



(Legalább zöld fény fotonjának energiája szükséges a hasításhoz, a vörös fény nem elég!)

Az iniciálást követi a láncfolyamat kiteljesedése:



A gyökök rekombinációja a letörési lépés:



A tasak töltete felrobban, többezer fokos hőmérséklet alakul ki, a tasak kihasad. A képződött sósav és az el nem reagált gázok többségét a vegyifülke elszívja, de a tasak maradványát desztillált vízzel egy pohárba öblítve indikátorral kimutatható a sav jelenléte, a sósav képződése igazolható.

A hanghatás nyomatékosan arra figyelmeztet, hogy a kémiai kísérletek során **körültekintően kell eljárunk**, mivel kevés anyag is képes nagy meglepetést (esetleges üveg készülékben szörnyű sérülést) okozni!

Néhány megszívlelendő tanács:

– Előzetesen érdemes kitapasztalni, hogy milyen távolságra kell elhelyezni a segédvakut, mert fényereje gyengül a távolsággal (hatványozottan), és a tasak fala is nyel el fényt.

– Ha nem tudunk segédvakut beszerezni, megfelelő lehet az ún. „egyesvaku” is, évtizedekig mi is azt használtuk. (Az egyesvaku egy égő, amelynek búrájában oxigéngáz és magnézium-alumíniumszál töltet található. 1,5-9 voltos elemmel (fényképezéskor a fényképezőgép zárszerkezetével kapcsolva) begyűjtve kb. 0,3 s időtartamú intenzív fényt ad. A fejlődött hőtől

szétrepedő üveget egy műanyag bevonat tartja együtt. Mivel az egyesvaku égő csupán egyszeri felvillanásra (egy kép készítéséhez) elegendő, lassan kiszorította őt az ún. örökvaku. Kevés helyen még kapható, esetleg négy van „egy kocka négy oldalára szerelve” változatban.) Az egyesvaku égőt foglalatával együtt szigetelőszalaggal a klór-durranógáz tasakhoz rögzítjük. Néhány méter szigetelt vezetékkel egy zseblámpaelem (4,5 V) sarkaihoz csatlakoztatva lehet az égőt villantani. Mindig biztosan robbant, de ügyelni kell, hogy a robbanáskor lerepülő foglalat ne tudjon senkit megsérteni, azaz szigetelőszalaggal lazán biztosítani szükséges.

– Utóbb, az egyesvaku égő nehezedő beszerezhetősége és a gyakori bemutatók miatt próbálkoztunk örökvakuval is. A manapság elterjedt „eldobható” fényképezőgépek ún. vakus változatait a filmtekercs elfényképezése, a film kivétele után a filmhívó vállalatok hulladékként kezelik. Ilyet szereztünk be, és néhány méter vezetékkel megtoldva az ún. exponáló kapcsolót, távolról is villanthattuk. Úgy használtuk, mint később a segédvakut, azaz nem tettük rá a tasakra, csak melléhelyezve és villantva indítottuk a reakciót.

– Mindenkit lebeszélünk arról, hogy a filmmel töltött, ún. eldobható villanós fényképezőgépet (és ne a hulladékát hasznosítva) próbálják felhasználni. Ahhoz, hogy megbízhatóan begyűjtse a klór-durranógázt, túlságosan közel kell vinni a zacskóhoz. A közelről készülő fénykép a felrobbanó zacskót csak homályosan mutatja. Nem érdemes polaroid fényképezőgéppel sem kísérletezni, a sósavgáz is károsíthatná a fényképezőgépet.

– A vegyifülke ajtaját nem szabad lehúzni, mivel a detonáció az üveget kitörheti.

– Azzal, hogy műanyag zacskóban robbantunk, nem keletkezik olyan szilánk vagy kemény törmelék, amely sérülést okozhatna. Halláskárosodás sem következhet be néhány méter távolság-

ból. (Az eddigi kísérletek százait tekinthetjük referenciának!)

– Ha nincs vegyifülke, szélesebb folyosón, nagyobb helyiségben is kísérletezhetünk, ott, ahol könnyen lehet szellőztetni. Ne menjünk ki a szabadba, mert az erős fény esetleg idő előtti robbanáshoz vezethet. (Az is igaz, hogy a robbanás zárt helyen „nagyobbat szól”).

– Ha tartalékként előkészítünk másik klór-hidrogén gázeleggyel töltött tasakot, akkor azt fénytől védve tartjuk, nehogy a villanófény azt is felrobbantsa (és nagyobb riadalmat okozzon).

– A kísérlet tartama alatt ne engedjünk másokat fényképezni, nehogy annak fényvillanása idézze elő a robbanást!

Irodalom

- [1] Richard W. Ramette: Photon-Initiated Hydrogen-Chlorine Reaction, *Journal of Chemical Education*, 61/8, 722-723, (1984)
- [2] Leanne M. Egolf, Joseph T. Keiser: Photon-Initiated Hydrogen-Chlorine Reaction, *Journal of Chemical Education*, 70/8, 208-209, (1993)
- [3] Richard Schwenz, Lynn Geiger: Photon-Initiated Hydrogen-Chlorine Reaction, *Journal of Chemical Education*, 76/4, 470-471, (1999)
- [4] Galbács Zoltán, Király Dezső: Szervetlen kémiai laboratóriumi gyakorlatok, JATEPress, 1998.
- [5] N.N. Greenwood, A. Earnshaw: Az elemek kémiája, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1999.

Varga Attila

A szkennert új szerepben a kémiai szemléltetésért

A Kémiantanárak XX. Konferenciáján, Egerben „Szkennert-kémia címmel tartottam egy előadást és e témában poszterrel is szerepeltem. Az alábbiakban röviden vázolni szeretném előadásom témáját, a bemutató lényegét, amely így, szöveges leírás formájában igen nehéz, hiszen a téma igen sok képmelléklet bemutatását igényelné, mint ahogy ez a konferencián is történt.

Egy véletlen ötlet adta azt a szemléltetési módot, amit „szkennert-kémia”-nak neveztem el. Kis unokámmal a számítógéppel játszadoztunk, aki a kis maciját a szkennert üveglapjára helyezte. Én azt mondtam neki: „Figyeld meg, a macit becsalogatom a gépbe.” A szkennert nagyobb papírlapot tettem és elindítottam, majd a megjelenített, meglehetősen sötét képet digitalizáltam, majd imásának javíthatása után megjelenítettem a képernyőn. Unokámnak roppant

tetszett a dolog, úgy tűnt, mintha érdekesebb lenne a maci a képernyőn, mint a valóságban, ráadásul a kép térhatású volt. Ezt a próbálkozást több játék is követte, unokám nagy örömeire.

E játszadozás adta azt az ötletet, hogy nem túl nagy háromdimenziós tárgyakat, anyagi halmazokat, ásványokat szkennerttel digitalizáljak. Olyan típusú szkennert használtam, melynek a sík fölé 5 cm-re rálátása van. Részben ez, másrészt az árnyékhathatások többé-kevésbé térhatásúvá tették a képeket.

Nagyon sok színes és érdekes **ásványt** szkenneltem. Rájöttem, hogy az ásvány jellemző részleteit, pl. a kristályalakot kinagyíthatom, így a képernyőn szemléletessé tehetem.

Az ásványok digitalizálása után azon gondolkodtam, mire lehetne még felhasználni az ötletet a kémiában. A továbblépés az volt, hogy az anyagok csoportosítása céljából a szkennert

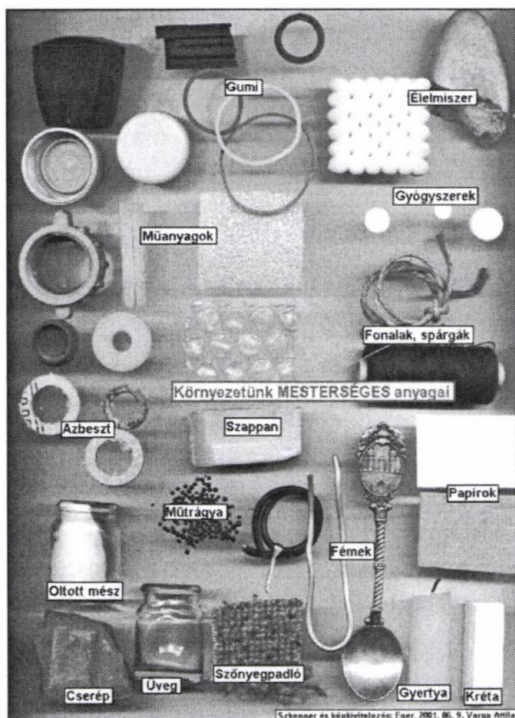
üveglapjára különböző anyagokat, kisebb tárgyakat raktam a csoportosítás szempontjai szerint rendezve (pl. környezetünk természetes anyagai, egyszerű és összetett anyagok, fémek környezetünkben), a szkennelt és digitalizált összeállítást Mspaint (bitkép) segítségével feliratoztam. [1. ábra]

A következő gondolat és próbálkozás az volt, lehetne-e **fizikai és/vagy kémiai változások** egyes fázisait szkennelre rögzíteni, képernyőre vinni. Kicsit bátor vállalkozás volt, hiszen a síkszkennert nem ilyen feladatokhoz gyártották. Petri-csészéket, műanyag dugós kis méretű kémcsöveket, szemcseppentőt, tiktakos dobozt használtam a kísérletek végzéséhez. A szkennel védelméhez kézközelben volt száraz rongy, szivacs, papír zsebkendő, hogy az esetleg kicsepegő folyadékot azonnal eltávolíthassam. Ezzel a módszerrel rögzíteni tudtam, hogy meghatározott idő eltelte után a folyamat milyen előrehaladott állapotban van. Pl. színes anyagot oldottam vízben, Petri-csészében. A kiindulási

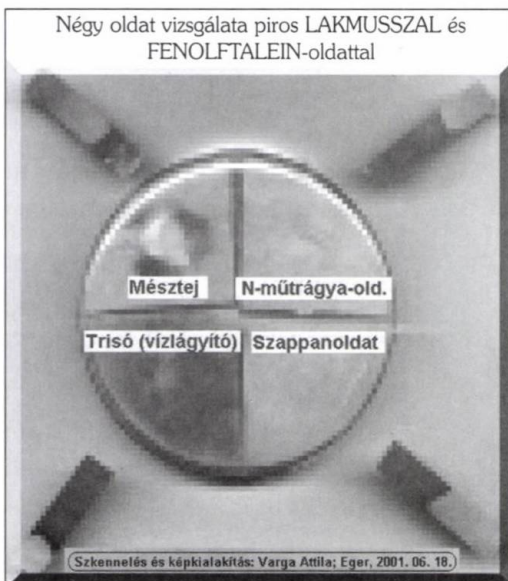
állapotot külön szkenneltem, majd elindítottam a folyamatot és bizonyos idő eltelte után újra elindítottam a szkennert, a kapott képet beolvasztattam. Közben a folyamat ment előre. Később ismét indítottam a szkennert. Így az oldási folyamat valamilyen előrehaladott állapota rögzíthetővé vált. Pl. 4 ilyen rögzített részletet, kis méretű képfájlt az Mspaint segítségével egyetlen nagy képpé szerkesztettem össze, feliratoztam, majd jpg-fájl formájában véglegesen rögzítettem.

Különösen szépnek és érdekesnek mutatkoztak a képernyőn az indikátorokkal végzett kísérletek. Folyadék és papír indikátorokat egyaránt használtam. A környezetünkből vett anyagok kémhatását, pH-ját meghatároztam. Jó összehasonlításokat lehetett itt is megvalósítani. Feliratok szintén készültek. [2. ábra]

Persze más jellegű kísérletek kezdeti és végállapotai is képernyőre vihetők a szkennel segítségével. Ilyen például a tömény kénsav maró, roncsoló hatásának egyidejű szemléltetése különböző anyagokon. Az alumínium oxidációja levegőn, a rézdrót oxidációja és redukciója. Még az ammóniagáz és a HCl-gáz reakcióját is rögzítettem kémcsövekben. Természetesen sok más folyamat rögzítése is elképzelhető és kis



1. ábra

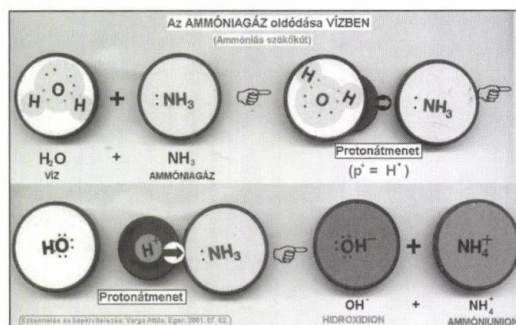


2. ábra

ügyességgel bizonyára megvalósítható. Elsősorban a hosszabb időt igénylő folyamatok (pl. oldódás) bemutatásához és az összehasonlításokhoz (pl. kémhatások) látszik nagyon előnyösnek e szemléltetési mód.

A fentieket követően az is felmerült bennem, lehetne-e valahogy **a modellezés** területén segítségül hívni a szkennert. Több ötletet sikerült megvalósítani. A kalotta-modellekkel molekulákat lehet összehasonlítani, de ugyanazon molekulát többféle modellel (kalotta, pálcika, tanulói applikációs) egyszerre lehet szemléltetni. Folyamatok lépéseinek, fázisainak szemléltetése is megvalósítható pálcikamodellekkel és tanulói applikációs modellekkel. Pl. egyszerűbb molekulák keletkezése atomokból, ionok keletkezése, elektronátmenetek, protonátmenetek szemléltetése. Általában két-három lépésben lehet ábrázolni az átmeneteket, vagy úgy, hogy egyetlen képhez összeállítjuk a kiindulási, a közbeeső és a végállapotot és szkenneljük az összeállítást, vagy úgy, hogy a lépéseket külön digitalizáljuk és a kisméretű képeket a korábban már említett módon összevágjuk. Feliratozás minden esetben történt. [3. ábra]

Néhány kémiai **folyamat magyarázatához** is készült modellel digitalizált képsorozat. A kémiai egyenletek szerkesztésének lépéseit bemutató összeállítás a szövegbe beszúrt képekkel illusztrálva készült. A fentiekén kívül természetesen lefényképezett kísérletek, elkészített táblázatok, óravázlatok képfájlok formájában



3. ábra

történő megörökítése is megvalósítható, ez viszont eléggé közismert dolog.

Sajnos egy ilyen cikk keretében nincs mód színes képek közzétételére, de legalább három kép beillesztésére vállalkozom.

A továbbiakban a **technikai kivitelezéssel** kapcsolatos néhány ötlettel, tanáccsal szeretnék szolgálni. Fontos tanács, hogy az érzékeny üveg-felületű szkennerral *nyugodtan, igen óvatosan* kell dolgozni, hogy az üveget megóvjuk a karcoldástól vagy más rongálódástól. A tárgyak felhelyezése után a szkennert teteje nem csukható le. A takarásra hajlékony, fehér kartonpapír, esetleg két géppapír megfelel. Nem jelent gondot, ha oldalra szóródik a fény, de arra azért ügyeljünk, hogy lefüggönyözött szobában, félhomályban dolgozzunk, kívülről se legyen zavaró fényhatás, hiszen tökéletes takarást nem tudunk biztosítani. Sőt, ha sötét hátteret akarunk, csaknem sötétben, nyitott szkennerral kell dolgozni. Itt kell egy igen fontos figyelmeztetés: *soha, rövid időre se nézzünk bele a szkennert fénynyalábjába*. Beindítás után a fejünket fordítsuk oldalra.

Már szóltam róla, hogy a kísérleteknél törlőanyagok legyenek készenlétben. A beolvasott képeket erre kialakított könyvtárban ideiglenesen tároljuk a további átalakításhoz, kidolgozáshoz. A képek kialakításához egyszerűbb képalakító programok is megfelelnek, de kell lenni olyannak, amellyel a szövegbeírás megvalósítható, ill. képek összedolgozása, összeállítása elvégezhető. Az elkészült képeket végső tárolásra viszonylag kis helyigényű jpg-fájlok formájában mentettem. Ezeknek egy végleges könyvtárat kell létrehozni. A képek kapjanak olyan rövid fájlneveket, amelyből a tartalom könnyen értelmezhető. A legvégén sorsozzuk a képanyagot, s ha kivetítővel is rendelkezünk, megfelelő programmal látványossá tehetjük a bemutatást, de megfelel a Windows navigátorral történő léptetés is. Az összeállított anyagunkhoz pl. gif-fájlok formájában címetek kreálhatunk, és alcímek segítségével az egész anyagot elrendezhetjük.

Igen nagy előny a könnyű kezelhetőség és tárolhatóság. Átszámózással az anyag könnyen újrendezhető, ill. a képek más összefüggésrendszerbe is könnyen beilleszthetők. Ügyeljünk arra, hogy a végső képanyagunk lemezen vagy CD-n is meglegyen. A képanyag felhasználása nemcsak kivetítővel lehetséges. Ha kevés a számítógép és kivetítési lehetőség sincs, érdemes jó minőségű fóliákra kinyomtatni a színes képanyagot. Így a bemutatáshoz csak írásvetítő kell.

Annak a kollégának, aki már megszerette a számítógépet és alkotókedvű pedagógus, kimondottan nagy élményt nyújthat a fent vázolt munka, hosszú évekre, akár évtizedekre biztosíthat magának szemléltető anyagot a kémia területén végzendő oktató-nevelő munkájához. Kellő technikai felszereltség mellett igen nagy élményt nyújthat diákjainak is. A „szkenner-kémia” a kémiai oktató-nevelő munkánkban lehetőséget nyújt a számítógép egyszerű, de hasznos és értelmes felhasználásához.

A továbbiakban röviden azzal foglalkozom, miben látom az **előnyét és hasznát** e szemléltetési mód alkalmazásának.

Ha a kémiatantervek történetét tekintjük, azt látjuk, hogy az 1965-ben bevezetett tanterv összesen heti 4 órát szán a kémiára általános iskolában. Ez a heti óraszám az új évezred kezdetére ugyanebben a korosztályban 3 órára csökken. Az eltelt 35 év alatt az információk megsokszorozódtak, mégis kevesebb idő alatt kell hatékonyabb tudást adni. A kevesebb idő *jobb munkaszervezést* is igényel. A szkennerral készült szemléltetőanyag biztosan segít a *jobb időkihasználásban*, a korszerű, jobban mobilizálható, kis helyigényű tárolási lehetőség szintén ezt szolgálja.

Természetesen a szkennerral készült, közvetett szemléltetést biztosító szemléltetési lehetőség nem helyettesítheti a közvetett szemléltetés (kísérletek, bemutatások) élményét a természet jobb megismerésében, de megfelelő helyen al-

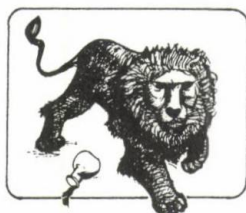
kalmazva feltétlenül eredményes, hatásos lehet. Elsősorban *gyakorló, összefoglaló és ismétlő órákra* javaslom a szkennerek-kémiának nevezett szemléltetőanyag alkalmazását. Feltétlenül szükséges ezt megelőznie valóságos kísérleteknek, „élő” modellezéseknek. Egy már látott vagy végzett kísérletet nem kell megismételni, a felidézéshez a szkennelt képek is alkalmasak.

A tudományos gondolkodás fejlesztésében a *csoportosítást, összehasonlításokat* bemutató képek nagy segítséget jelentenek, helyenként a *magyarázatokhoz* is segítséget adnak. Ha fóliákra jó minőségben másoljuk a képeket, igen *kényelmes* alkalmazási lehetőség kínálkozik. Az Interneten folyó *távoktatáshoz* igen jó szemléltetési forrást nyújthat, hiszen a digitalizált képanyag postázható ill. letölthető.

A szemléltetőanyag készítése során a tanár a saját, *egyéni elképzeléseit* valósíthatja meg, alkalmazkodva a helyi sajátosságokhoz, igényekhez. Lemezeken a számítógéppel rendelkező tanulóknak *házi használatra* adható a képanyag, vagy az iskolai számítógép-rendszerről letölthetővé tesszük. A tanulók *otthoni tanulását* így is *segíthetjük*, egyúttal megtanítjuk a tanulóval az otthoni számítógépet a tanulás szolgálatába állítani.

Szemléltető anyagunk digitális fotókkal kiegészíthető, és ha azok például tanulmányi kirándulásunk alkalmával vagy szakköri foglalkozásainkon készültek, közvetlen élményt nyújthatnak.

Mondanivalómat a szemléletes módszer megalkotójának, Comeniusnak 350 éves távlatból is ható szavaival zárom: „*Cél megtalálni a könnyen tanítás módját, hogy azt a tanító és a tanítvány is élvezze, továbbá azt, hogy taníthat az oktató ésszerűen kevesebbet, hogy sajátíthat el többet a tanuló, hogy az iskolában kevesebb legyen a hajsza, a kedvetlenül végzett munka...*” (Rényei Zsuzsa: A kémia oktatása Szlovákiában c. cikk nyomán.)



OROSZLÁNKÖRMÖK

Berta Renáta

A víz modellezése

*„Se ízed nincsen, se zamatod,
nem lehet meghatározni téged,
megízlelnék anélkül, hogy megismernének.*

*Nem szükséges vagy az életben:
maga az élet vagy.”*

(Saint-Exupéry)

A kémiában számos anyag ismert, azonban a legelterjedtebb és legismertebb molekula a Földünk egyik legcsodálatosabb vegyülete, a víz (H_2O). Az élet nélkülözhetetlen tartozéka, hisz nélküle nem lenne élővilág a Földön. Víz borítja a bolygó 70 százalékát, de jelen van a légkörben és a talajban is. A víz az összes élőlény (ember, állatok, növények) alkotóeleme. A víz a kémiában oldószerként is nagyon elterjedt.

Mint ismert, a víz három halmazállapotban fordul elő. Mindhárom halmazállapotban jellemző szerkezettel rendelkezik. A szerkezetek megismerésére szolgálnak a modellek. Szükség van szemléltetésre az iskolákban, hogy a „láthatatlan” dolgokat életközelihez tegyük, a tanulók számára érthetőbbé tegyük a szerkezet és a tulajdonságok közötti mélyebb összefüggéseket.

Fontosnak tartom, hogy a gyerekek megismerjék a környezetükben található dolgok, jelenségek okait, kialakulásuk magyarázatát – persze nem a legmélyebb értelmezéssel. A molekulák szerkezetének szemléltetése a tanulók számára érthetővé tesz bizonyos dolgokat – a molekulákat alkotó atomok kapcsolódását, a térbeli elrendeződésüket. A modellek körében

jól ismert a kalotte-modell és a pálcikamodell. Ezek jól leírják a molekulákban az egymáshoz kapcsolódó atomok közötti kötéseket, a molekula szerkezetét, térbeli elrendeződését, alakját. A vízmolekula könnyen elkészíthető és bemutatható mindkét modell segítségével, azonban az egymással összekapcsolódó vízmolekulák egymáshoz való viszonyát egyikkel sem tudjuk szemléltetni. Ezért ajánlom a vízmolekula három halmazállapotban való bemutatására a következő egyszerű és egyszerűen elkészíthető modellt.

A modell elkészítése

Szükséges anyagok:

- egy nagyobb (15 mm sugarú) és kettő kisebb (8 mm sugarú) méretű préselt papírgolyócska,
- fekete és piros akrilfesték,
- fogvájó,
- univerzális ragasztó.

A vízmolekula készítése:

A papírgolyócskák fogják jelképezni az atomokat (a kisebbek a hidrogénatomokat, a nagyobb az oxigénatomot). A nagyobb papírgolyókat pirosra festjük, míg a kisebbeket fehérre hagyjuk. A hidrogénatomok és az oxigénatomok közötti kovalens kötéseket feketére festett fogvájóval valósítjuk meg. Ezután a fehér golyócskába belebökünk egy fekete fogvájót, bele is ragasztjuk,

majd a fogvájó másik felére rábökjük a piros golyócskát és ezt is ráragasztjuk. A másik fogvájót az előzőtől kb. 110° -ba (irodalmi adat $104,5^\circ$) ismét rögzítjük, majd a második fehér golyót a fogvájó másik felére rögzítjük (1. ábra).

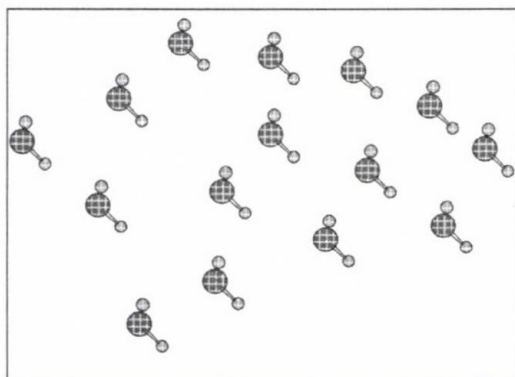
Az így elkészíthető vízmolekulát több példányban megcsináljuk.

A vízmolekulák különböző elrendezésben vannak a gőz-, folyékony- és szilárd halmazállapotban.

A vízgőz modellezése

Gőz halmazállapotban a vízmolekulák egymásra gyakorolt hatása nem számottevő, ugyanis a molekulák elég távol helyezkednek el egymástól, így nem hat már a vonzóerő a molekulák között. A gőzhalmazállapotot tehát egymástól távol elhelyezkedő vízmolekulákkal demonstráljuk. Megépítjük az egyszerűen összeállítható vízmolekulákat és egymástól távolabb összekötjük pl. dróttal, vagy hosszabb hurkapálccával.

A modell elkészítése: az elkészített vízmolekulák valamelyik atomját kilyukasztjuk és hegyesre faragott hurkapálccát ragasztunk bele, majd a másik végére másik vízmolekulát ragasztunk. Ezt pár (kb. 10) vízmolekulával megcsináljuk és kész a demonstrációs modell.

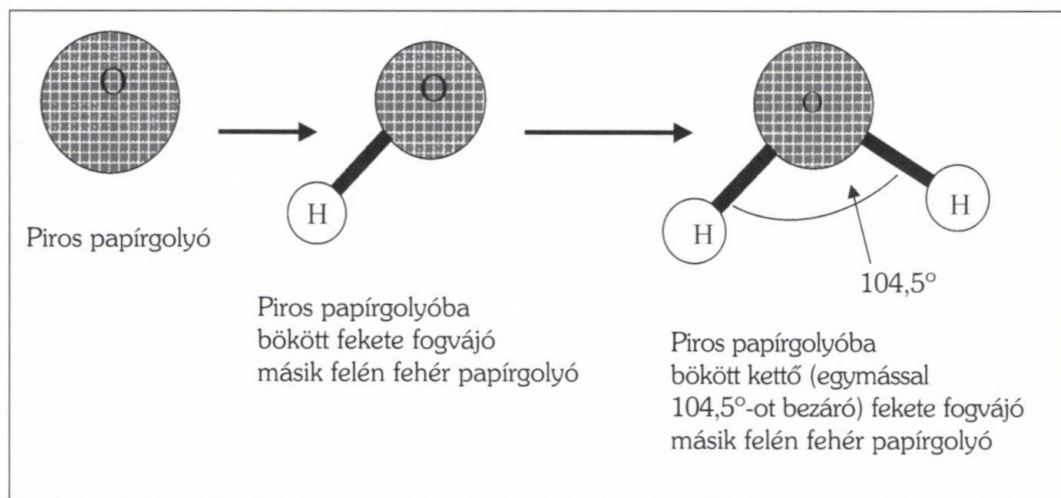


2. ábra

A vízmolekulák elhelyezkedése gőz halmazállapotban

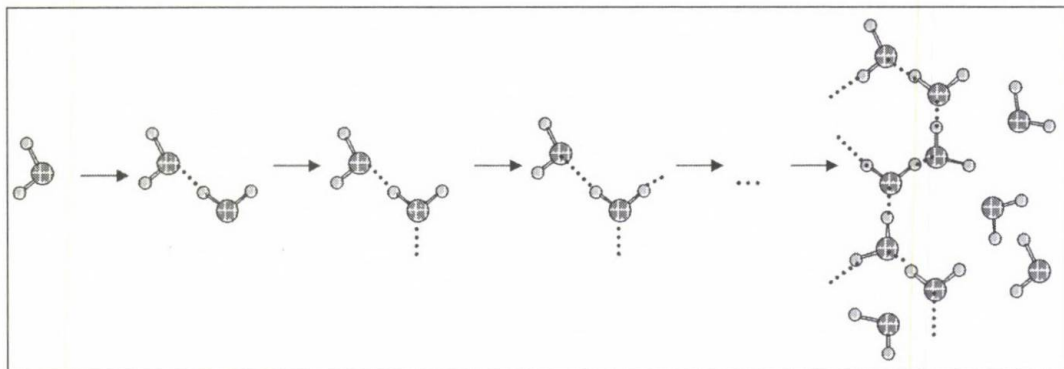
A víz (folyékony halmazállapot) modellezése

A vízmolekula legnagyobb mennyiségben folyékony halmazállapotban van jelen. Folyékony halmazállapotban a molekulák közelebb helyezkednek el egymáshoz, mint gőzállapotban. A részlegesen negatív töltésű oxigénatom magához vonzza a közelében levő vízmolekula hidrogénatomját, míg a részlegesen pozitív töltésű hidrogénatom magához vonzza egy másik vízmolekula oxigénatomjának nemkötő elektronpárját és hidrogén-kötéseket alakítanak ki. Így folyékony halmazállapotban az egyes mole-



1. ábra

A vízmolekula elkészítésének lépései

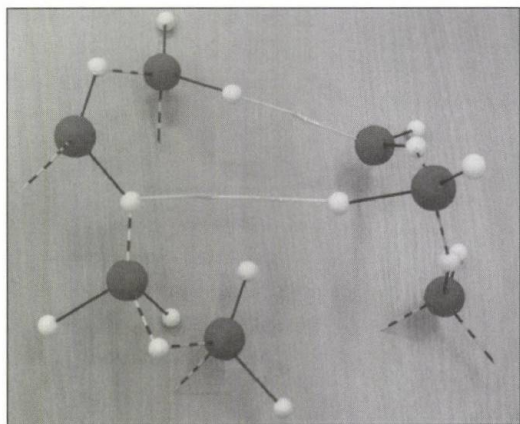


3. ábra

A víz folyékony halmazállapotú szerkezetének elkészítése

kulákat már erős hidrogénkötések kapcsolják össze. Ily módon változó számú molekula-halmazok jönnek létre, amelyekhez a molekulák mintegy 70 %-a tartozik, a többi vízmolekula pedig szabadon helyezkedik el. Adott hőmérsékleten és nyomáson a szabad vízmolekulák és a molekula-asszociátumok között dinamikus egyensúly áll fenn: a szabad vízmolekulák folytonosan kicserélődnek az asszociátumokban levőkkel, miközben a számuk nem változik.

A modell elkészítése: Az előzőleg leírtak szerint vízmolekulákat készítünk. Az így elkészített vízmolekulákat pedig fekete csíkosra megfestett pálcikákkal kötjük össze. Az oxigénatomhoz kettő hidrogénatom kovalens kötással kapcsolódik, míg egy hidrogénatom hidrogénkötéssel. Így alakul ki a folyékony halmazállapotra jellemző szerkezet (3. ábra).



4. ábra

A folyadék halmazállapot kész modellje

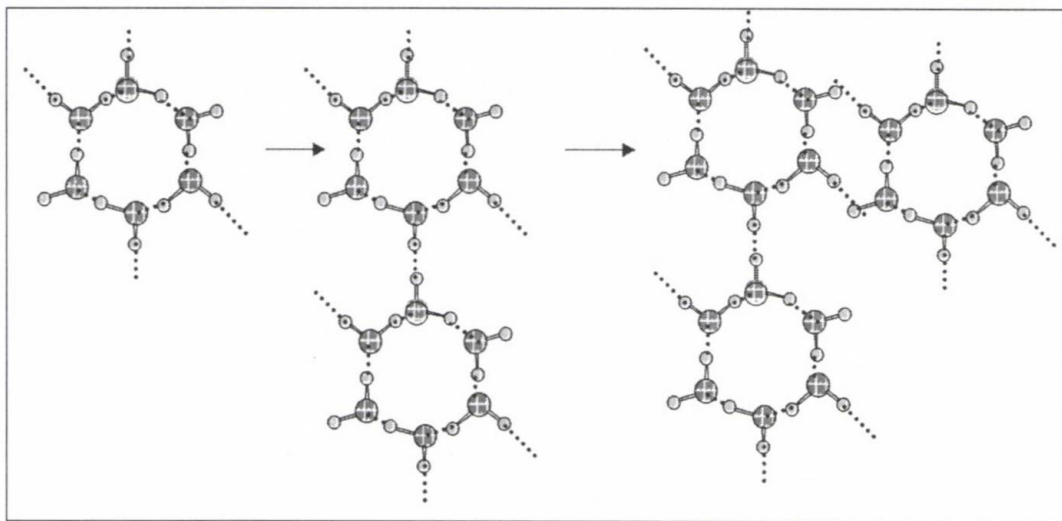
A jég (szilárd halmazállapot) modellezése

A szilárd halmazállapotú víz – jól ismert néven a jég – már nagyon szoros illeszkedésű rácsot hoz létre. A vízmolekulák erős hidrogénkötésekkel kapcsolódnak össze szabályos hatszöges rácsot hozva létre. Itt már nincsenek szabadon mozgó vízmolekulák, amelyek hidrogénkötésben lennének más vízmolekulákkal. A téli fagyos időben az ablakokon látható szabályos jégvirág is ezzel a szoros hatszöges illeszkedéssel magyarázható. A vízmolekula körül a többi vízmolekula szabályos tetraéder elrendeződése figyelhető meg. Az egyik vízmolekula oxigénatomja körül tetraéderesen helyezkedik el négy hidrogénatom – kettő ezek közül kovalens kötással kapcsolódik az oxigénatomhoz, a másik kettő pedig hidrogénkötéssel.

A modell elkészítése: A korábban leírtak szerint elkészítünk több vízmolekulát. Ezen vízmolekulákat fekete csíkos fogvájóval kötjük össze és a (5) ábrának megfelelő módon összeállítjuk a szoros illeszkedésű rácsot.

Egy-két jó tanács a modellek elkészítéséhez:

1. A papírgolyókat legkönnyebben egy nagyobb méretű, ún. zsákvarró tüvel tudjuk kilyukasztani.
2. A szilárd szerkezet megépítésekor célszerű előzőleg a piros golyócskába (oxigénatom) előre beleszúrni 4 festett fogvájót (2 csíkos, 2 síma fekete) mégpedig úgy, hogy a kialakított szerkezet tetraéderes legyen. Ha beleszúrtunk



5. ábra

A jég szerkezetének elkészítési lépései

egy fogvájót, akkor az ellentétes oldalon rajzoljunk egy kört, amit már könnyen fel tudunk osztani három egyenlő részre.

A vízmolekula három halmazállapotában különböző szerkezetek figyelhetők meg. A szilárd halmazállapot felé haladva egyre erősebbek a molekulák közötti kölcsönhatások (hidrogénkötések).

A „vízmodellek” alkalmazhatósága:

– Hetedik osztályban érdekességként, háttéranyagként jól használhatók, hiszen a vízgőzt, a folyékony vizet és a jégvirágot minden tanuló ismeri. [1]

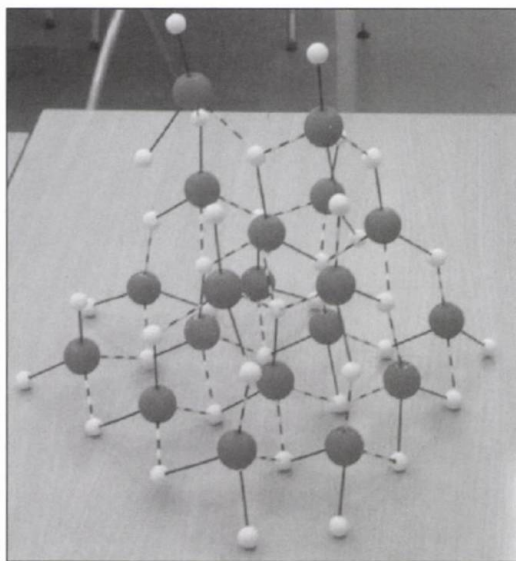
– Kilencedik osztályban már ismert a vízszerkezet, a másodrendű kötések tanítása során elővehetjük a folyékony és szilárd halmazállapot modelljét is, mellyel a H-kötések nagyon jól bemutatathatók és értelmezhetők, ugyanis a szerkezet és a tulajdonság közötti kapcsolat is. [2]

Remélem kedvet kaptak a modellek elkészítéséhez, hiszen könnyebbé tehetjük a tanítást, a gyerekek számára érthetőbbé tehetünk bizonyos dolgokat. Kezddőknek a gőz- és folyékony halmazállapot elkészítését ajánlom, míg nagyobb rutinnal rendelkezők elkészíthetik a szilárd állapot modelljét is. Jó munkát és sok sikert kívánok!

Irodalom

- [1] Kecskés Andrásné – Rozgonyi Jánosné: Kémia 7., Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1999
- [2] Dr. Büki András – Oláh Zsuzsa: Kémia 9., Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2001

A molekulák szerkesztésében felhasznált program: ChemWind 3D

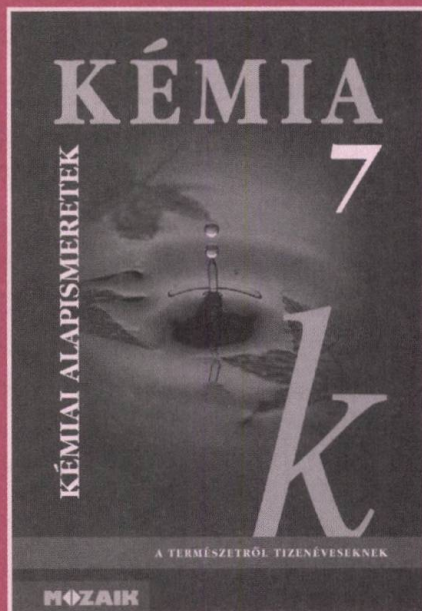


6. ábra

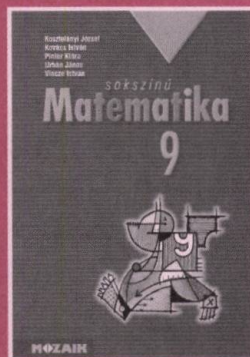
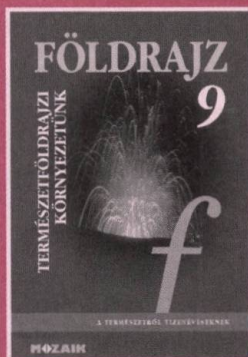
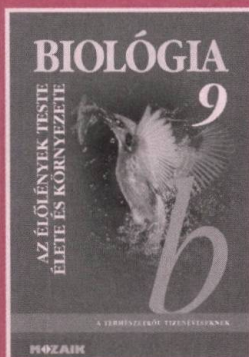
A jég halmazállapot kész modellje

**A TERMÉSZETRŐL
TIZENÉVESEKNEK**
**A NÉPSZERŰ SOROZAT ÚJABB
KÖTETEKSEL BŐVÜLT**

Megjelentek a tankönyvcsalád
7. évfolyamos kötetei:
a Földrajz 7., a Fizika 7.,
a Kémia 7. és a Biológia 7. tankönyvek.
Az általános iskolai tankönyvekhez
munkafüzetek és tudásszintmérő
feladatlapok kapcsolódnak.
A tantervek és tanmenetek a kiadó
honlapján találhatóak meg.
A tankönyvcsalád kiemelkedő
színvonalát az előző évben is rangos
versenyen ismerték el: elnyerte
a *Szép Magyar Könyv 2001 Verseny*
tankönyv kategória díját.



A SZÉP MAGYAR KÖNYV 2001 VERSENY DÍJNYERTES KÖTETEI



MOZAIK KIADÓ

Levélcím: 6701 Szeged, Pf. 301.

Telefon: (62) 470-101, Fax: (62) 554-666

E-mail: kiado@mozaik.info.hu

MOZAIK KÖNYVESBOLT

1082 Budapest, VIII. Üllői út 70., Tel.: 31-42-612

www.mozaik.info.hu

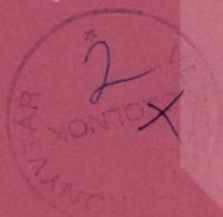
MOZAIK
www.mozaik.info.hu

Az „Irinyi”
Emlékezés az elmúlt 35 év
Irinyi versenyeire
(Hobinka Ildikó)

Még egy szempont
(Dr. Kisfaludi Andrea)

A higany (Hg)
(Marsi Enikő)

Örök mozgásban
(Misányi Éva)



XI. ÉVFOLYAM 2003

5

A KÉMIA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Főszerkesztő:

Dr. Adamkovich István

A szerkesztő munkatársai:

Kószó Katalin

Németh Veronika

Dr. Tóth Zoltán

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3/B

Tel.: (62) 470-101,

FAX: (62) 554-666

Kiadó:

MOZAIK Kiadó Kft.

Felelős kiadó: Török Zoltán

Tördelőszerkesztő: Forró Lajos

Borítóterv: Deák Ferenc

Megrendelhető:

MOZAIK Kiadó

6701 Szeged, Pf. 301

Éves előfizetési díj: 1200 Ft

A lap megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltban:

Budapest VIII., Üllői út 70.

Megjelent az Oktatási

Minisztérium támogatásával.

A Kémia Tanításában megjelenő valamennyi cikket szerzői jog védi. Másolásuk bármilyen formában kizárólag a kiadó előzetes írásbeli engedélyével történhet.

ISSN 1216-7576

Készült

az Innovariant Kft.-ben, Szegeden

Felelős vezető: Drágán György

TARTALOM

A Richter Gedeon Rt. a magyar kémiaoktatásért

Az „Irinyi”

Emlékezés az elmúlt 35 év Irinyi versenyekre

Hobinka Ildikó vezetőtanár,

Fazekas Gimnázium, Budapest

Még egy szempont

Dr. Kisfaludi Andrea középiskolai tanár

A hidrogén/deutérium izotóppár biológiai

jelentősége – a deutérium depláció

daganatellenes hatása

Somlyai Gábor, a biológiai tudományok kandidátusa

(HYD Kutató-Fejlesztő Kft.)

A higany (Hg)

Marsi Enikő középiskolai tanár

Örök mozgásban

Misányi Éva vegyész kémiantanár szakos hallgató

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve (két példányban), floppy lemezen vagy e-mailen (kattila@mozaik.info.hu) küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 8-10 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés). A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utaljanak rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézetek név- és évszámjelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalom alfabetikus sorrendben készüljön. Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.

A Richter Gedeon Rt. társadalmi szerepvállalásának megfelelően a magyar egészségügyet és az oktatást támogatja, mely területek pártfogására számos alapítványt hozott létre. A társaság pályázatokon és alapítványokon keresztül évente több millió forinttal segíti a fiatal vegyészmérnökök és gyógyszerészhallgatók továbbképzését éppúgy, mint a kémiában kiemelkedő tehetségű középiskolásokat, valamint az oktatásban jelentős szerepet betöltő tanárokat. A társaságunk azonban nemcsak a vegyész szakemberek képzését támogatja, hanem jelen van a műszaki, az orvosi, valamint a közgazdaságtudományi egyetemek támogatói között is az ország számos pontján. A Richter Gedeon Rt. a magyarországi oktatás, képzés, felnőttoktatás, valamint a tudományos kutatás kiemelkedő támogatásáért 2000 decemberében az Oktatási Minisztérium Kármán Tódor-díjában részesült. A 2001 szeptemberében megrendezett Top 200 gálán, mint a közösségi célokért a legtöbbet és legeredményesebben tevő vállalat Felelősségtudat-díjat vehetett át, 2003 szeptemberében pedig a Szegedi Tudományegyetem Mecénás-díjjal tüntette ki.

A Richter Gedeon Rt. a magyar kémiaoktatásért

Szeptember 30-án immár ötödik alkalommal vehette át ünnepélyes keretek között négy kémia tanár kiemelkedő munkájáért a Magyar Kémiaoktatásért-díjat. A díj átadására az MTA Akadémiai Klubjának termében került sor. A rangos elismerést a Richter Gedeon Alapítvány a Magyar Kémiaoktatásért háromtagú kuratóriuma évente ítéli oda azoknak a középiskolai- és általános iskolai kémia tanároknak, pedagógusoknak, akik áldozatos munkájukkal járulnak hozzá a magasabb színvonalú képzéshez. Az alapítvány 2003-ban Halmi László, Horváth Gabriella, Ütő Piroska középiskolai tanárok (250-250-250 ezer forint), valamint Dudok Györgyné általános iskolai tanár (200 ezer forint) a kémiaoktatásban és a kémiaoktatásért végzett munkáját ismerte el.

A Richter Gedeon Alapítvány a Magyar Kémiaoktatásért 1999-ben a Richter Gedeon Rt. kezdeményezésével jött létre azzal a szándékkal, hogy a társaság a magyarországi kémiaoktatásban és az azzal kapcsolatos ismeretterjesztésben közvetlenül vállalhasson támogató szerepet. Az alapítvány feladatai közé tartozik többek között a kémiában kiemelkedő eredményeket elérő diákok és tanárok felkarolása, elismerése és díjazása, valamint a kémiaoktatásban bekövetkező változások figyelemmel kísérése, publikálása.

(Az alapítvány a Magyar Kémiaoktatásért-díjjal évente négy kémia tanár kiemelkedő munkáját jutalmazza. Az alapítvány céljainak megvalósítása érdekében három tagból álló kuratórium működik. A kuratórium a díjazottak kiválasztásához szükséges adatokat pályázati formában szerzi be.)

A Richter Gedeon Alapítvány által 2003-ban adományozott a Magyar Kémiaoktatásért-díjban részesültek szakmai életrajza

Halmi László

Halmi László a Pécsi Tanárképző Főiskolán 1973-ban matematika-kémia diplomát, majd 1978-ban a debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetem Természettudományi Karán kémia szakos egyetemi diplomát szerzett.

1977 óta tanít kémiát a zalaegerszegi Zrínyi Miklós Gimnáziumban. Szívéigye a tehetséges, reál érdeklődésű diákok tanítása, akiket fakultatív csoportfoglalkozás keretében készít fel kémiaversenyekre és felvételi vizsgákra. Tanítványai az országos, regionális és megyei kémia tanulmányi versenyeken számos esetben értek el helyezést: az Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny országos döntőjén tizenötön, a kémiai OKTV országos döntőjén kilencen, a

Hevesy György Kémiaverseny országos döntőjén ketten. Ezen a rangos versenyen országos szinten négy alkalommal bizonyultak diákjai a legeredményesebbnek. Egyik tanítványa 1998-ban a Kémiai Diákolimpián aranyérmet szerzett. A kémia versenyek mellett eredményesen kapcsolódtak be a Curie környezetismereti versenybe is.

Saját továbbképzésére is figyelmet fordít. 1986-ban elvégezte az ELTE egyéves intenzív kémia továbbképző tanfolyamát. A tanítás körülményeinek javításán is sokat fáradozik. Irányításával 2003-ra a Zrínyi Miklós Gimnáziumban a kémia-biológiai szertár és előadó a XXI. század követelményeinek megfelelő színvonalúvá vált.

Szakmai elismertségét kitüntető megbízatások és díjak is bizonyítják. 1981-től az Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny megyei és országos döntőjének versenybizottsági tagja. Az 1990-től a kémia és biológia tantárgyak elsajátításának segítésére létrehozott Winter József Jakab Informatikai Diákolimpia megrendezéséért – melyet főrendezőként irányított – Tarján-díjat kapott.

Horváth Gabriella

Horváth Gabriella 1980-ban végzett kémiatanárnaként a kolozsvári Babes-Bolyai Tudományegyetemen, ahol később a magasabb tanári fokozatokat is megszerezte. Marosvásárhelyen 1980-1991 között a 3-as számú Ipari Középiskolában, 1991 óta a Bolyai Farkas Elméleti Líceumban tanít kémiát. 1995-1998 között a kémiatanári munkaközösség vezetője, 1998-tól pedig igazgatóhelyettesé válsztják. 2000-től ideiglenesen a Református Kollégiumot is igazgatja.

A kémiatanítás mellett 1994-től a Curie Környezetvédelmi Emlékverseny erdélyi körzetének irányítója. 1995-ben a Takács Csaba Kémia

Emlékverseny elindítója és azóta is – gyakorlatilag egyedüli – szervezője. A jelenleg már az interneten lebonyolított versenyen évente 3-400 diák vesz részt.

Horváth Gabriella tanítványai kiemelkedő eredményeket érnek el az erdélyi, romániai tanulmányi versenyeken és a magyarországi kémiaversenyek is bekapcsolódnak. Így számos diákja vesz részt évek óta az Irinyi versenyen, valamint a pécsi Kémikus Diákszimpoziumon.

Horváth Gabriella a Bolyai Nyári Akadémia keretében a hazai és az anyaországon kívüli magyar anyanyelvű kémiatanárok szakmai továbbképzésének szervezője. Tagja a Romániai Magyar Pedagógusok Szövetsége Maros-megyei Szervezete elnökségének és az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaságnak.

Több publikációja jelent meg romániai és magyar szakfolyóiratokban. Az „50 kémiai rejtély”, „Tudod-e?”, az „500 érdekes kérdés kémiából” és a „Szerves kémiai feladatok” című könyvei tanár és diák számára is hasznos ismereteket közölnek. „Általános és szerves kémia” című könyve Romániában az első magyar nyelvű teszt formájú feldolgozása a témának.

Ütő Piroska

Ütő Piroska 1966-ban az ELTE Természettudományi Karán szerzett kémia-fizika szakon középiskolai tanári oklevelet. Rövid ideig egy általános iskolában tanított, majd a budapesti Irinyi János Környezetvédelmi, Vegyészeti Szakközépiskolába került, ahol a mai napig kiemelkedően magas színvonalú oktató-nevelő munkát végez. Több évig volt a Műszaki Egyetem mérnöktanár képzésének vezető tanára.

Nagy szakmai igényességgel, gazdag módszertani kultúrával tanítja a kémiát, a fizikai kémiát és a műszeres laboratóriumi gyakorlatot. Számos kísérlettel teszi élményszerűvé fő

tantárgyát, didaktikusan épít a tanulók megszerzett alapismereteire. A logikai összefüggéseket feltárva, az ok-okozati tényezőket kiemelve, gondolkodtató kérdések felvetésével tanítja diákjait.

Munkája során nagy gondot fordít a gyenge tanulók felzárkóztatására. A jó képességű tanulók fejlesztésére verseny- és felvételi előkészítőt tart. Az elmúlt öt évben tanítványai az Országos Szakmai Tanulmányi Versenyen, az Országos Műszaki Tanulmányi Versenyen és a Fővárosi Komplex Tanulmányi Versenyen 8 első, 3 második, 2 negyedik és 1 hatodik helyezést értek el, és több alkalommal eredményesen szerepeltek a nemzetközi Grand Prix Chimique versenyen.

Ütő Piroska kiváló szakmai munkája mellett hatalmas energiát fordít a tanulók nevelésére, az osztályfőnöki munkára, évtizedek óta az osztályfőnöki munkaközösség vezetője. Tanítványainak rendszeresen szervez kirándulást, üzem-, múzeum- és színházlátogatást. Az elmúlt évtizedek alatt több száz jól képzett, szakmáját szerető vegyész került ki a tanárnő keze alól.

Több könyvet lektorált. Nagyné Bodor Erzsébet, valamint Pálmai Éva mellett társszerzője a Kémiai jellegű matematikai feladatgyűjteménynek, melyet a Nemzeti Tankönyvkiadó adott ki 1988-ban.

Dudok Györgyné

Növénytermesztési üzemmérnökként végzett a Kertészeti Egyetem Gyöngyösi Főiskolai Karán 1974-ben. 1981-ben Gödöllőn műszaki tanári, majd 1991-ben az egri Eszterházy Károly Tanárképző Főiskolán kémiatanári képesítést szerzett. 1981-1986 között Bujákon tanított, majd 1986-tól a salgótarjáni Arany János Általános Iskola kémiatanára.

22 éve tanítja a kémia és a technika tantárgyakat nehéz körülmények között. Iskolájának 810 tanulója közül 35-40% roma, illetve hátrányos helyzetű. Oktató-nevelő munkájának kiemelkedő színvonalát bizonyítja, hogy mind a tehetséggondozásban, mind a lemaradók felzárkóztatásában komoly sikereket ért el. A kémia iránt érdeklődő, tehetséges tanulóival differenciáltan foglalkozik. Pártfogása alatt minden tanévben számos tanítványa vesz részt és ér el sikereket a Hevesy György Országos Kémiaversenyen. Tanítványai rendszeresen végznek a megyei forduló élén, és az országos döntőben is eredményesen szerepelnek. A 2000-2001-es tanévben egyik tanítványa megnyerte az országos döntőt, a 2001-2002-es döntőben pedig 3. helyezést ért el. Ugyanez a tanuló a 2002-2003-as tanévben – már középiskolásként – kategóriájában megnyerte az Irinyi János Kémiaversenyt.

Dudok Györgyné eredményes munkája érdekében rendszeresen továbbképzzi magát megyei és országos szinten szervezett fórumokon, nem csak szaktárgyában. Tanterv és tantárgyi programfejlesztéssel, tankönyvelemzéssel, drog- és alkoholfogyasztás megelőzésével, vezetőképzéssel, személyiségfejlesztéssel foglalkozó kurzusokat is végzett.

Az iskolai munkakörülmények javítását szolgálja nyolc nyertes pályázata is. Külön figyelmet érdemel a cigány tanulók tanulását elősegítő „Czinka Panna” és a „Magyarországi Cigányokért Alapítvány” támogatásának rendszeres elnyerése.

Sokoldalú tevékenységét mutatja, hogy a tanítás mellett a Nógrád Megyei Pedagógiai Intézet pályaválasztási szaktanácsadója, felvették az országos szakértői névjegyzékbe, vizsgaelnöki igazolvánnyal is rendelkezik. Emellett számos országos egyesület és szakmai fórum tevékeny tagja.

Hobinka Ildikó

Az „Irinyi”

Emlékezés az elmúlt 35 év Irinyi versenyekre

Ez év áprilisában, a húsvétot követő kedden ott ültünk az ELTE kémiai módszertani terében, ahol a szokásos éves továbbképzési-tájékoztatósi napot tartották az ország megyei szaktanácsadói részére. A kötetlen beszélgetés-információcsere során kiderült, hogy számos megyében a kémiatanárok és a kémiát kedvelő középiskolás diákok egyetlen igazi mozgatórugója az Irinyi János Országos Kémiaverseny.

A verseny az idén 35. alkalommal került megrendezésre, és a megszokott és megszeretett győri döntő formájában utoljára. A hosszú évek alatt országos mozgalommá nőtt verseny több ezer diákot tett a kémia lelkes hívévé. A háromfordulós verseny iskolai, megyei fordulói után mintegy kétszáz tanuló gyűlt össze Győrben évről évre, hogy a négy kategóriában mérje össze tudását.

Erre a lezárult korszakra emlékezem vissza a teljesség igénye nélkül, a versenyek számomra meghatározó élményei kapcsán. Mint aki a kezdetektől aktív tanár résztvevője volt ennek a versenynek, szívesen gondolom át ennek az időszaknak számomra kellemes és emlékezetes eseményeit.

A hetvenes évek elején kezdő és természetesen lelkes tanárként szerettem volna minden érdekeset megtanítani tanítványaimnak. Erre persze már akkor sem volt lehetőségem a kémiaórák csekély száma miatt, és csak néhány tagozatos osztályban tudtam megvalósítani elképzeléseimet. A sok-sok együtt töltött laboratóriumi óra, számolási gyakorlat eredményeinek lemerése kiváló alkalom volt a tanulóim Irinyi versenyen való elindítása.

A budapesti fordulót az első kb. 20 évben az iskolánkkal szomszédos Petrik Lajos Vegyipari

Szakközépiskolában tartották, ahová rendszeresen elkísértem diákjaimat, és részt vettem az írásbeli dolgozatok esti órákba nyúló javításában. A két részből álló megyei fordulóban laboratóriumi gyakorlat is volt, amelyet az iskola gyakorlott laborvezető tanárai irányítottak az előkészítéstől a laboratóriumi jegyzőkönyvek javításáig. A verseny fő szervezője Budapesten szeretett és tisztelt kolléganőm, dr. Szereday Éva szakfelügyelő volt, aki nagy szakmai és pedagógiai hozzáértéssel intézkedett mindvégig, amíg kezében tartotta ezt a versenyt. Sok mindent tanultam tőle, a feladatmegoldások tanításától a versenyszervezésig. Azt is megfigyelhettem, hogy hogyan lehet úgy összeállítani egy feladatsort, hogy azoknak is legyen sikerélményük, akik nem jutnak a budapesti fordulóba.

Kezdetben a Győrbe utazó budapesti csapat az iskolák széles köréből tevődött össze. Ma már sajnos csak néhány iskola van versenyben Budapestről, míg a többi megyében még most is nagyobb az érdeklődés és a részvétel. A sok iskola egy-egy versenyzőjének egységes felkészítése érdekében Szereday Éva megszervezte az együttes gyakorlati felkészülést, amelynek az ELTE Általános és Szervetlen Kémia Tanszéke adott helyet. Az ódon egyetemi épület misztikus hangulata és a közös csapatmunka kovácsolta össze azt a 25-30 diákot, akik végül is Budapestet képviselték a döntőben. Azt, hogy a diákok számára ez meghatározó élmény volt, mi sem bizonyítja jobban, mint hogy számosan ma már mint kísérő tanárok ott izgulnak Győrben tanítványaikért a Révai Gimnázium előtt az árnyékot adó fák között. Mi tanárok együtt utaztunk Győrbe a diákokkal, és csak látszólag szakadtunk el a kémiától, miköz-

ben a vonaton ételrecepteket cseréltünk, perme-
tezési, kertészeti tanácsokkal láttuk el egymást,
vagy aktuális kulturális, gazdasági eseményekről
beszélgettünk.

És milyenek voltak a döntők? Jól szervezet-
tek, izgalmasak és mégis nyugodtak, de minden-
képpen színvonalasak. A **jól szervezettség** az
alapító, dr. Várnai György hozzáértő, lelkes, ki-
tartó tevékenységének volt köszönhető 35 éven
keresztül. Az izgalmat a tanárok számára is a fel-
adatsorok megismerése jelentette, a **nyugalma**t
a Bodor Endre professzor úr vezette versenybizott-
ság kiegyensúlyozott versenyvezetése biztosította.
A verseny **színvonalát** a feladatok minősége és
mennyisége adta. Maleczkiné dr. Szeness Márta,
a feladatsorok összeállítója soha nem alkudott meg,
a különböző tanügyi reformok is hidegen hagyták,
egy volt fontos számára: a kémia, és azt pedig tud-
ni kellett. Erőt próbáló elméleti kérdések a peri-
ódus rendszer használata nélkül, és kemény szá-
mítási feladatok. Azonban, hogy kétségek ne
maradjanak a diákokban a verseny után, dél-
után bemutatta a feladatok megoldásának me-
netét. Lenyűgözően egyszerű gondolatmenet,
szellemes megoldások jellemezték előadását.
Persze azok számára, akik a KÖKÉL rendszeres
feladatmegoldói voltak, ezek a példatípusok
nem voltak ismeretlenek. Az utóbbi években
időhiány miatt ezek az előadások elmaradtak.

Valamennyi kísérő tanár dolgozott a verseny
ideje alatt. Az írásbeli feladatokat a diákok indi-
gós papíron írták két példányban, így egy-egy
feladatot két tanár javított párhuzamosan
a minél pontosabb értékelés céljából. Változa-
tos helyszíneken végeztük az írásbeli dolgozatok
javítását. Volt néhány év, amikor a pannonhal-
mi Bencés Gimnáziumba evakuáltak bennün-
ket a javítás idejére. Amikor készen voltunk a ja-
vítással, kísérteltünk a bencés apátság előtti
mellvédhez, ahol lejátszódhatott lelki szemeink
előtt Magyarország ezer éves történelme. A hely
szellemével feltöltődve tértünk vissza Győrbe.
Voltak évek, amikor a győri Technika Házában
javítottunk Fodor Pista feledhetetlen pogácsái
kíséretében.

A három részből álló döntő írásbelije után az
első években a versenyszabályok értelmében
a részt vevő 200 tanulóból csak kb. 100 juthatott
a laboratóriumi fordulóba. A kísérő tanárok egy
része itt látott el felügyeletet, és kapcsolódott be
a javításba. A verseny utolsó, harmadik, szóbe-
li részére a zárónapon került sor, ahol szintén
szükség volt a kísérő tanárok erőit adó felügye-
letére. Vasárnap reggel, mert mindig ez volt az
utolsó nap, már csak annak a 20 versenyzőnek
volt melege az ünneplő ruhában, akik a szóbe-
lire készültek. A szóbeli nyilvános volt, így vala-
mennyien, tanárok és diákok egyaránt végig-
hallgattuk az előadásokat. Itt láthatták meg
a diákok, milyen nehéz 5 percig egy adott témá-
ról összeszedetten beszélni. Úgy gondolom, akik
nem jutottak fel a szóbeli pódiumára, kicsit
irigykedtek, de egy kicsit örültek is, látva ennek
a feladatnak a nehézségeit.

Az első két évtizedben a csütörtöktől vasár-
napig tartó verseny ideje alatt számos szép él-
ményben lehetett részünk. Érezhettük Győr vá-
ros vendégszeretetét a városházán tartott
nyitóünnepségek keretében, és még alkalmat is
találhattunk, hogy megismertessük diákjainkkal
a város nevezetességeit. Amikor éppen nem ja-
vítottuk a dolgozatokat, vagy nem felügyeltünk
a gyakorlaton, akkor sétálhattunk a diákokkal
a belvárosban, megnézhattuk Kovács Margit és
Borsos Miklós múzeumait és megmutathattuk
Szent László Hermáját a bazilikában. Még az is
előfordult a nyolcvanas években, hogy a neves
győri balett előadását csodáltuk meg a színház-
ban. Az utóbbi években változások következtek
be a verseny szervezésében. Anyagi okok miatt
a verseny időtartama egy nappal megrövidült,
valamennyi versenyző részt vehetett a laborató-
riumi gyakorlaton is. Ezt a lehetőséget annak
árán sikerült megoldani, hogy a laboratóriumi
gyakorlat elvégzésére bevonták a Veszprémi
Egyetemet is. Ez azt jelentette, hogy két-három
csoport az írásbeli után buszokkal Veszprémbe
utazott a gyakorlat elvégzésére. A szép bakonyi
utazást az írásbeliben kifáradt diákok nem él-
vezték olyan nagyon, mint amennyire a táj és

a látnivalók ezt lehetővé tették; a távolban előbukkanó pannonhalmi bazilika, az út mellett hirtelen kimagasló csesznecki vár, és az útról is látható zirci arborétum fái minden évben teljes tavaszi szépségükben várták az arra buszozókat.

És valószínűleg a gyakorlati verseny szellemes, mindennapi élethez kapcsolódó leírását is csak én, mint kísérő élveztem, míg a versenyzők a sorokban a „mit hogyan csináljunk végig” gondolatot keresték. Azonban bízom abban, hogy tanárkollégáim is, mint jómagam később, elővéve ezeket a gyakorlatokat, hálás köszönettel gondolunk *dr. Martonné dr. Schmidt Erikára*, aki számunkra ezeket az ötletes gyakorlatokat összeállította.

A kísérő tanárok elszállásolása az első időkben a Hotel Rábában volt. Ne felejtjük el, a hetvenes évek elején ez nem számított luxusnak. Így esténként vidám információcserére, esetleg vitára nyílt alkalom a közös vacsora után a hotel társalgójában. Reggelente pedig a május 1-jei felvonulás hajnali trombitaszójjára ébredtünk... mit jelent ez a ma 14 éves diáknak, aki a rendszerváltás évében született?

Az utóbbi évtizedben már külön-külön más-más panzióban laktunk, így kevesebb lehetőség adódott a hosszú esti csevegésekre. Azonban szombat este 11 óra tájban a kollégiumban találkoztunk, ahol megtudtuk a szóbelire jutó legjobb 20 tanuló nevét. Együtt örültünk vagy szomorkodtunk diákjainkkal, talán még megjósoltunk néhány lehetséges szóbeli témát, még elmondtuk az utolsó utasításokat és egy rövid sétával visszatértünk a belvárosba. Ha visszagondolunk arra az időre, amikor *Balanyi Mihály* Bács-Kiskun megye szakfelügyelője kézzel írta be az előre elkészített táblázatba a 200 diák pontszámait, hát az sem tartott tovább, mint manapság a számítógép segítségével. Ami azonban nagy öröm, hogy míg akkor csak egyetlen példány állt rendelkezésre a pontszámok böngészésére, ma már szórólapként vihettük magunkkal a részletes eredménylistát a hosszú téli szakkörökre tanulásként.

A szóbelizők izgalmát a zsűritagok biztató tekintete és a műkorcsolya versenyekre emlékeztető pontozótáblák felmutatása oldotta. A zsűri elnöki tisztét *dr. Bodor Endre* professzor töltötte be 35 éven keresztül. Hihetetlen nyugalmat árasztó egyénisége és nagy szakmai tudása egyaránt segített a versenyzőknek, a hallgatóságának és esetenként a zsűrinek is. Állandó tagja volt a zsűrinek *Maleczkiné dr. Szeness Márta* is, aki mindig izgatottan figyelte, hogy az általa összeállított írásbelin legjobb teljesítményt nyújtók vajon hogyan szerepelnek a szóbelin. A további zsűritagok váltakoztak: *dr. Rózsahegy* *Márta* és *dr. Wajand Judit* az ELTE docensei, számos érdekes kísérletet tartalmazó könyv szerzői, *dr. Soltész György* a debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetem docense, aki a molekulamodellezéssel és szerves feladataival teszi színesebbé a KOKÉL számait. És sajnos időközben szomorúan elbúcsúztattuk a szóbeli zsűri tagjai közül *dr. Mojzes János* docenst, a debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetem Szakmódszertan vezetőjét és *dr. Sebestyén Attilát*, a Veszprémi Egyetemi Analitikai Tanszékének docensét.

Az eredményhirdetés, a díjkiosztás felfokozott hangulatában *Bodor Endre* professzor úr záró szavai adtak mindenki számára, tanárnak diáknak egyaránt lelki töltődést a hazautazáshoz.

„...a tanáraitoknak szóló köszönet mellett ne felejtsetek el, hogy ma anyák napja van...”

Mi, mindannyian tanárok és diákok egyaránt köszönettel tartozunk a verseny életre hívójának és életben tartójának, *dr. Várnai Györgynek*, aki ennyi éven keresztül töretlen lendülettel szervezte a sok-sok élményt adó hosszított hétvégét számunkra, itt Győrben. És köszönet mindazoknak, akik segítségére voltak, hogy ez a verseny működni tudjon.

És hogyan tovább?

Talán lesz folytatás?

A diákok is, mi is szeretnénk. És hazánk javára válik.

Reméljük!

Dr. Kisfaludi Andrea

Még egy szempont

Fontosnak tartom, hogy a Magyar Kémikusok Lapja helyet adott a magyar kémiatanításról szóló, azt elemző cikkeknek. Ez talán már az utolsó utáni pillanat, hogy erről a témáról beszélhetünk.

Áttanulmányozva Bazsa professzor (1) és Csányi Csilla (2) cikkét, egy, a kémia tanítását alapvetően meghatározó tényezőt hiányoltam, ez pedig a kémiatanárok szemlélete a kémiatanítással kapcsolatban és az azt kialakító, formáló tanárképzés.

Az egyetemeken – tisztelet a bizonyára létező, de általam nem tapasztalt kivételnek – a kémiatanárnak készülő hallgatókat „másodrendűnek” tekintik a vegyész hallgatókhoz képest. Hiszen ők „csak” tanítani fognak, míg a vegyész hallgatók, az „igazi kémikusok” kutatnak majd. Ugyanakkor, egy-két tantárgy kivételével ugyanolyan módszerekkel, eszközökkel oktatják őket, mint a vegyészeket. A tanár szakos hallgatók éppen úgy nem látnak előadási kísérleteket „éles helyzetben”, nem tapasztalnak meg új, korszerű tanítási módszereket (kiscsoport, project stb.), mint ahogy vegyész kollégáik. Miért érezné fontosnak egy kémiatanár, hogy órán kísérleteket mutasson be, kiscsoportban dolgoztassa diákjait, diákkísérleteket végeztessen, szerepjátékokat tervezzen be stb., ha őt sem ilyen módszerekkel tanították? Az így képzett kémiatanár szemléletében a kémia az elméletet (atomszerkezet, egyenletírás, számítási feladatok stb.) jelenti, ezért ő is ezt tanítja, ennek felsőbbrendűségét hirdeti. Minden egyetemen van módszertani képzés, de az az elméleti képzéstől elkülönülten, kis óraszámban és valljuk be, eléggé lenézetten létezik az egyetemi hierarchiában. Eleve sem ér-

heti el a célját egy olyan módszertani képzés, amellyel homlokegyenest ellentétes módon oktatnak. (Vizet prédikál és bort iszik). Így fordulhat elő, hogy a kémiaoktatás helyzetéről írt tanulmányok hangsúlyozzák ugyan a kémiatanítás mindennapi élettel való kapcsolatának fontosságát, ugyanakkor még ezen tanulmányok készítői is, a közvetlen beszélgetésekben lenézik, könnyűnek, gyengének, a kevésbé okos gyerekeknek való anyagnak vélik az ilyen szemlélettel íródott tananyagot, tankönyveket és ezért nem használják, alkalmazzák őket a tanítási gyakorlatban.

Összefoglalva az eddigieket: mindaddig, amíg nem változik meg a kémia tanárképzés szemlélete, nem változnak meg az ott használt módszerek, addig – véleményem szerint – nem fog megváltozni az egyetemről kikerülő tanárok szemlélete a kémiatanítást illetően. Ha pedig ez így marad, akkor továbbra is a kémia sokszínűségét, szépségét nem ismerő, ezért azt utáló, a hirdetésekben megfogalmazottaknak és az egyéb téveszméknek hitelt adó, a kémiai fogalmakat, kifejezéseket rosszul használó, ezért badarságokat beszélő diákokat, köztük leendő értelmiségieket fogunk képezni. Ez a jövő szempontjából nagyon veszélyes.

Irodalom

- [1] Bazsa Gy.: Non scholae sed vitae discimus
Magy. Kém. Lapja 316, 9. 2003.
- [2] Kovácsné Csányi Csilla: Az alap- és középfokú kémiatanítás helyzete Magyarországon
Magy. Kém. Lapja 321, 9. 2003.

Somlyai Gábor

A hidrogén/deutérium izotóppár biológiai jelentősége – a deutérium depléció daganatellenes hatása

A Kémia Tanításának 2003. márciusi számában cikk jelent meg dr. Szalay Tibortól, melyben szakmailag megalapozatlan, leegyszerűsítő, esetenként rágalmazó megállapításokat tett a deutérium-megvonás biológiai hatását vizsgáló kutatásokra, az erre épülő daganatellenes eljárásra vonatkozóan. Mivel az eljárás hatékonyságát 1999-ben törzskönyvezett daganatellenes állatgyógyszer (Vetera-DDW-25® A.U.V.) igazolja, a kutatások eredményeit nemzetközi szakmai folyóiratokban megjelent publikációk és konferenciák tartott előadások formájában adtuk közre, polemizálás helyett szeretnénk pontos és szakszerű tájékoztatást adni A Kémia Tanítása c. folyóirat olvasói részére. Célunk az, hogy összefoglaljuk a deutérium-megvonással kapcsolatos tudományos eredményeket, és röviden ismertessük, milyen szerepet tölt be a természetben található deutérium a sejtműködésben, hogyan kapcsolódnak eredményeink a molekuláris biológia által az elmúlt évtizedekben feltárt ismeretanyaghoz.

Munkánk során arra a kérdésre kerestük a választ, hogy van-e szerepe a természetben jelenlévő deutériumnak az élő szervezetekben. Az eredmények azt igazolták, hogy a deutérium fontos szerepet tölt be a sejtekben lejátszódó folyamatok szabályozásában. A deutérium-megvonás új távlatokat nyit a daganatterápiában és a daganatmegelőzés terén, felkínálva egy ártalmatlan, nem invazív, ugyanakkor rendkívül hatékony kezelési módot. Az eljárás nemzetközi szabadalmakkal védett.

A deutérium

A természetben a hidrogén három változata (izotópja) fordul elő, az egyes tömegszámú hidrogén (H), a kettes tömegszámú deutérium (D) és a hármas tömegszámú trícium (T). A D a hidrogén stabil, nem sugárzó izotópja. Évtizedek óta ismert, hogy a H és D közötti tömegkülönbségből eredően a deutériumot tartalmazó molekulák kémiai reakciókban eltérő módon viselkednek [1, 2]. Így például ha egy kémiai kötésben hidrogén helyett deutérium van, akkor ez a kötés a kémiai reakció során kb. 6-10-szer (!) lassabban hasad fel. Ha nem magában a felhasadó kötésben cseréljük ki a hidrogént deutériumra, hanem a molekula egy távolabbi pontján, akkor is jelentős mértékben lassulnak a kémiai reakciók [3].

A deutérium és hidrogén közötti kémiai különbség megnyilvánul biológiai rendszerekben is. Az elmúlt évtizedekben a vizsgálatok során elsősorban nehézvizet alkalmaztak nagy koncentrációban és azt tapasztalták, hogy ez jelentősen befolyásolta az adott biológiai rendszerben lejátszódó folyamatokat [4, 5, 6]. A nehézvíz élő szervezetre gyakorolt hatása nem meglepő, ha figyelembe vesszük, hogy az élő szervezetek jelentős része víz, és hogy a nehézvíz sok tulajdonságában különbözik a közönséges víztől (H₂O) [2]. Olvadáspontja például közel 4 °C-kal, forráspontja 1,5 °C-kal, sűrűsége 10%-kal, viszkozitása 25%-kal nagyobb, mint a természetes vízé. Az élő szervezetben jelen lévő hidrogén egy része – az oxigénhez, kénhez, nitrogénhez kapcsolódó hidrogénatomok – nehézvízes közeg-

ben gyorsan lecserélődik deutériumra. Ily módon pl. a fehérjék stabilitásáért elsősorban felelős hidrogénhidakból deutériumhidak lesznek, az így kialakult deutériumkötések viszont erősebbek, mint a hidrogénkötések, s ezzel megmagyarázható, hogy a fehérjék miért stabilabbak nehésvízben a denaturálással és a konformációs változásokkal szemben [5].

A deutériumnak az élő szervezetre gyakorolt hatására vonatkozó eddigi vizsgálatok közös vonása, hogy nem tulajdonítottak jelentőséget a természetes mennyiségben jelen lévő deutériumnak, a nehésvíz 1000-6000-szeres feleslegben alkalmazták.

Milyen koncentrációban fordul elő a deutérium a természetben?

Fghajlati övünkön a felszíni vizek deutérium-tartalma minimális ingadozással 150 ppm, szemben az Egyenlítő területén lehulló 155 ppm-es vagy Kanada északi részén, a kontinens belsejében mért 135-140 ppm-es értékekkel [7].

Ha a D-koncentráció 150 ppm-es értékét átszámítjuk mmol/l koncentrációra, kiderül, hogy a természetes vizekben a D_2O koncentrációja 8,4 mmol/l, ami valójában – mivel a deutérium a természetes vizekben döntő részben HDO formájában van jelen – 16,8 mmol/l HDO-koncentrációnak felel meg.

Egy felnőtt ember szervezetének kb. 60%-a víz, ennek ismeretében korrigálva a fenti értékeket, valamint figyelembe véve, hogy a vízen kívül egyéb szerves vegyületek is tartalmaznak deutériumot, úgy kalkulálhatunk, hogy szervezetünk deutériumkoncentrációja kb. 12-14 mmol/l. Összehasonlításképpen megemlítjük, hogy az emberi vérben a kalcium kb. 2 mmol/l, a magnézium 1 mmol/l, a kálium 4 mmol/l koncentrációban van jelen. A fenti értékeket figyelembe véve kézenfekvő megvizsgálni, milyen szerepet tölt be a deutérium biológiai rendse-

rekben, hiszen jóval alacsonyabb koncentrációban lévő elemek (kalcium, magnézium, kálium) mennyisége is szűk koncentrációtartományon belül változhat, és elengedhetetlenek az életműködések szempontjából.

Az élő szervezet különbséget tud tenni a D és H között

A fizikai frakcionáláson túl az is ismert már mintegy húsz éve, hogy különböző biológiai rendszerekben, illetve azokon belül bizonyos molekulákban jelentősen módosulhat a deutérium/hidrogén arány a környező vizek D/H arányához képest. Attól függően például, hogy egy növény C3 vagy C4 úton fixálja a levegő széndioxidját, különböző lehet a D-koncentráció csökkenésének mértéke, illetve az ún. CAM-csoportba tartozó növényeknél bizonyos körülmények között deutériumdúsulás következik be [8]. Az élettani folyamatok kifinomultságát, nagyfokú érzékenységét mutatja az is, hogy algaénál a fényben lejátszódó folyamatok során a sejt különbséget tesz a hidrogén két izotópja között, míg ez a diszkrimináció sötétben nem létezik [9].

Munkánk szempontjából nagy jelentősége van annak a felismerésnek, mely szerint az élesztő ATP-áz enzimje szintén képes különbséget tenni a hidrogén két izotópja között, ami abban nyilvánul meg, hogy az enzim nem fogadja el szubsztrátként a deutériumot, csak a hidrogént [10].

Látható, hogy az elmúlt évtizedekben a D biológiai hatását intenzíven kutatták, azonban mindig magas koncentrációban adva, figyelmen kívül hagyva a természetben eleve jelen lévő deutérium mennyiségét. Megközelítésünkben az az újszerű, hogy megvizsgáltuk, vajon a deutérium-megvonás, a csökkentett deutériumtartalmú közeg is indukál-e választ a különböző biológiai rendszerekben.

A vizsgálatok során, amelyeket deutériumban különböző mértékben szegényített víz fel-

használásával végeztünk, azt tapasztaltuk, hogy a természetben jelenlévő deutérium kulcsszerepet játszik a sejtekben zajló folyamatok szabályozásában [11-17]. A kísérletek során kapott eredmények alapján azt feltételezhetjük, hogy a sejtekben létezik egy D-H anyagcsere, mely szabályozza a D/H arányát a sejtben, és ezen keresztül számos egyéb folyamatot is.

Eredmények

Sejtek szaporodása D-depletált tápfolyadékokban

A sejtosztódás szabályozására vonatkozó első vizsgálatokat állati sejtenyészetekkel (*in vitro*) végeztük (L₉₂₉, MCF-7, A4, 416B) [15]. Megállapítottuk, hogy a természetesnél alacsonyabb deutériumtartalmú tápfolyadékban a sejtek szaporodása 5-10 órás késéssel indult be, de a növekedésre ezt követően már csak minimális hatással volt a csökkentett D-tartalmú közeg. Az eredményekből arra lehetett következtetni, hogy a sejtek érzékelik a D hiányát, de gyorsan adaptálódnak is az új közeghez. Eredményeinket később megerősítették az Oncotech Incorporation (Irvine, USA) laboratóriumaiban végzett vizsgálatok is. Az első kísérletsorozatban PC-3 (prosztata), MCF-7 (emlő) és M14 (melanoma) sejtvonalakon követték nyomon a H³-Thymidin DNS-be történő beépülését a tápfolyadékcseré után. A deutérium-megvonást követően valamennyi sejtvonalnál tapasztalható volt a gátló hatás. Fontosnak tartjuk megemlíteni, hogy a sejtvonalak érzékenysége különböző volt, ami abban nyilvánult meg, hogy a melanoma sejtvonalnál csak 6 órán keresztül maradt fenn a gátlás, a prosztata sejtvonal esetében már 24 óráig, míg az emlő sejtvonalnál 48 órán keresztül volt kimutatható. Minden esetben erősebb volt a gátlás, amikor G₀/G₁ fázisban szinkronizált sejtek kerültek a D-depletált tápfolyadékba. A gátlás mértéke 20% körüli értéknek adódott.

A fenti esetben a sejtek a D-koncentráció egyszeri csökkenésének voltak kitéve. Azért, hogy modellezhessük az emberi szervezetben lejátszódó folyamatot, ami a D-koncentráció több hónapon keresztül tartó, napról napra bekövetkező csökkenését jelenti, a továbbiakban olyan vizsgálatot végeztünk, ahol a tápfolyadék D-koncentrációját nem egy lépésben, hanem 2-5 lépésben (150-60-55-51-46-42 ppm) csökkentettük 24-72 óra alatt. Ezek a vizsgálatok frissen kiemelt humán emlő- és petefészekdaganattal történtek *in vitro*. Az eredmények azt igazolták, hogy minél több lépcsőben ismétlődött meg a D-koncentráció csökkentése, annál jobban növekedett a gátló hatás, ami a harmadik nap végére elérte a 40%-ot. Ez a modellkísérlet jól demonstrálja, hogy a D-szint folyamatos csökkentésével a sejtosztódás gátlása nemcsak fenntartható hosszabb időn keresztül, de fokozható is.

Később kimutattuk, hogy HT-29 humán colontumoros sejtvonal szaporodása szintén gátlható D-depletált tápfolyadékban. Külön hangsúlyozzuk, hogy az egyidejűleg vizsgált egészséges myometriális sejtvonal esetében a D-depletált közeg alig befolyásolta a sejtek szaporodási ütemét.

Kísérletek humán tumoral transzplantált egerekkel

Miután az *in vitro* kísérletek jelezték, hogy a D-depletált közegben a sejtek szaporodása később indul be, illetve a gátló hatás a D-koncentráció többszöri csökkentésével fokozható is, a továbbiakban azt vizsgáltuk, hogy a D-depletált víz milyen hatással van egerekbe ültetett emberi tumorok növekedésére. Az első kísérletet két különböző emlő sejtvonallal végeztük (MDA, MCF-7). Az állatok itatását a transzplantálást követő napon kezdtük el 30 ppm-es D-depletált vízzel. Három hónappal később a két kontrollcsoportban lévő 11 (5 + 6) tumoros állat közül csak egy élt, benne a tumor spontán visszafejlődött, míg a kezelt

csoportokban a 17 (9 + 8) tumoros állat közül 11-ben megállt a kezdeti tumornövekedés, majd teljes tumorregresszió következett be [11].

Két további független egérkísérletben a D-megvonás PC-3 humán prosztatatumorra gyakorolt hatását vizsgáltuk. Az első, prosztatatumorral végzett kísérletben az állatok (22 állat a kontroll-, 22 a kezelt csoportban) itatása a transzplantációt követő 32. napon kezdődött. Ekkor az átlagos tumortérfogat mindkét csoportban 1,2 cm³ volt, mely előrehaladott állapotnak felel meg. A növekedés gátlását jól tükrözi, hogy a kontrollcsoportban a tumortérfogat átlagos értéke 11 cm³ volt a kezelés 74. napján, míg mindössze 4,3 cm³ a Dd-vizet fogyasztó csoportban [16].

A második kísérletben megismételtük a PC-3 prosztatatumorral végzett kísérletet, ezúttal sejtszinten vizsgálva a Dd-víz daganatellenes hatását. A transzplantálást követően mindkét csoporttal normál vizet itattunk 18 napig, hogy a tumor ki tudjon fejlődni. Ezt követően a kezelt csoport két hétig Dd-vizet fogyasztott, majd az állatokat leöltük. A Dd-víz gátló hatása ezúttal is megnyilvánult makroszkóposan, az átlagos tumortérfogat 40%-kal volt kisebb a kezelt csoportban, de ennél is fontosabb volt, hogy ebben a csoportban a tumor szinte szabályos gömb alakú volt, míg a kontrollcsoportban diffúz módon növekedett. Mikroszkóppal megvizsgálva azt, hogy a tumort alkotó sejtek között milyen gyakorisággal fordulnak elő osztódó (mitózis) és elhaló (apoptózis) sejtek, azt az eredményt kaptuk, hogy a D-megvonás hatására a tumoros sejtek elhalnak, a D-megvonás indukálja az apoptózist (programozott sejthalál) [15, 16].

A deutériumcsökkentés hatása gének expressziójára

Az elmúlt évek kísérleti eredményei arra világítottak rá, hogy a ciklooxygenáz enzimek és az általuk szintetizált proszttaglandinok lényeges szerepet játszanak a tumorok növekedésének és

áttétképzésének szabályozásában [18, 19, 20]. A proszttaglandinok a foszfolipáz A₂ hatására keletkező arachidonsavból ciklooxygenázok révén keletkeznek. Az utóbbi évek kutatási eredményei világítottak rá arra, hogy a ciklooxygenáz enzimnek két izoformja létezik: ciklooxygenáz-1 (COX-1 vagy PGH-1) és ciklooxygenáz-2 (COX-2 vagy PGH-2). A COX-1 a sejtmembránhoz, valamint az endoplazmatikus retikulum membránjához kötötten található. Kémiaiag hemo-, illetve glikoprotein természetű molekula. Majdnem valamennyi sejtben folyamatosan termelődik. Elsődleges funkciója a sejt normál működését biztosító proszttaglandinok szintézise („housekeeping” funkció). Mennyisége közel állandó. A COX-2 a nyugvó sejtekben nem, vagy nagyon kis mennyiségben található. Növekedési faktorok, endotoxin és citokinek hatására expressziója ugrásszerűen megnő (10-80-szoros aktivitásfokozódás). Gyulladás és sejtnevekedés során ez már nagyon hamar bekövetkezik. Aminosavsorrendje 60%-ban, molekulatömege 100%-ban azonos a COX-1-ével (70 kDal). Az elmondottak alapján nyilvánvaló, hogy a két izoenzimnek eltérő a sejten belüli funkciója. Az osztódás és az egyéb indukálódó folyamatok általában a COX-2 aktivitásával és expressziójával függenek össze. Számos kísérlet igazolta, hogy a tumorok több proszttaglandint (PG) szintetizálnak, mint az egészséges szövetek [18]. Az eredmények alapján feltételezhető, hogy a PG-knek lényeges szerepük van a tumorok kialakulásában, növekedésük szabályozásában és az áttétképzésben. Ezt támasztják alá azok a kísérletek, melyekben a proszttaglandin-szintézis nem szteroid gyulladáscsökkentőkkel történő (NSAID) gátlása tumorregressziót okozott vas-tagból-, emlő-, nyelőcső-, tüdő- és szájüregi tumorok esetében [20]. A daganatsejtekben mért magasabb PG-koncentráció a fokozott szintézis következménye, amiért elsősorban a COX-2 izoform a felelős. A lehetséges ok-okozati kapcsolat miatt – ami a COX-2 megemelkedett aktivitása és a magasabb PG-koncentráció, vala-

mint a tumor indukciós és metasztatizáló képessége között áll fenn – hatékony módszernek ígérkezik olyan szereket keresni, melyek a COX-2 gátlásán keresztül képesek a tumor kialakulását gátolni.

Molekuláris biológiai vizsgálatok szerint a D-megvonás (20 ppm) gátolta a COX-2 gén expresszióját myometriális egészséges sejtvonalon, a 20 és 60 ppm D koncentráció gátolta a COX-2 gén expresszióját HT-29 colon tumoros sejtvonal esetében. A COX-2 gén gátlásának mértéke korrelált a víz D-koncentrációjával, minél alacsonyabb volt a víz D-koncentrációja, annál jelentősebb volt a gátlás. A D-megvonás COX-2-re kifejtett gátló hatása korrelált a sejtekben mért prosztaglandin koncentrációval is. Minél jelentősebb volt a COX-2 expressziójának gátlása, annál alacsonyabb prosztaglandin koncentrációt lehetett kimutatni a sejtekben [30, 31].

Policiklusos aromás szénhidrogének hatására génexpresszió emelkedést tapasztaltak állatkísérletekben a *c-myc*, *Ha-ras* és *p53* génnél 48 órával a kezelés után. A kísérletek során azt vizsgáltuk, hogy a Dd-víz befolyásolja-e kémiai karcinogénnel kezelt állatokban a *c-myc*, *Ha-ras* és *p53* gének expresszióját. A fenti protoonkogének és tumor szupresszor gén expresszióját mértük mRNS szinten 7,12-dimetil-benz(a)antracénnel történt indukció után. Eredményeink szerint a Dd-víz fogyasztó csoportban az egerék különböző szerveiben (lép, tüdő, timusz, vese, máj és nyirokcsomók) mindhárom gén expressziója jelentősen csökkent. Az eredmények azt mutatják, hogy a deutérium-koncentráció változtatásával befolyásolni tudjuk a tumor kialakulásban szerepet játszó gének expresszióját [29].

Következtetések

Az elmúlt évek során különböző biológiai rendszerekben változtattuk meg a közeg deutériumtartalmát. Minden esetben azt tapasztaltuk,

hogy a deutérium-koncentráció csökkenése jelentős változásokat idézett elő, azt bizonyítva, hogy az élő rendszerek, melyek az évmilliók során a 150 ppm körüli deutérium-koncentrációhoz adaptálódtak, érzékelik a deutérium hiányát.

Figyelembe véve a deutériumra vonatkozó ismereteinket, a molekuláris biológia elmúlt évtizedekben elért eredményeit és ezt összevetve a deutérium-megvonás során tapasztalt megfigyelésekkel, az alábbi hipotézist állítottuk fel a természetben található deutérium szabályozásban betöltött szerepével kapcsolatban.

A magasabbrendű élőlényekben az évmilliók során kialakult egy szabályozási rendszer, mely érzékeny a D/H arány sejtekben bekövetkező változására. A D/H arány akkor emelkedhet a sejtekben, ha a membránban aktiválódik valamelyik H^+ transzportrendszer (H^+ -ATP-áz, Na^+/H^+ antiport rendszer stb.), mely folyamat a H^+ -t preferálja, ezáltal a H^+ és a D^+ nem előfordulási arányának megfelelően lép ki a sejtől vagy a sejtorganelumból (pl. mitokondrium). A bekövetkező D/H arányváltozást a sejtekben „érezkelik” bizonyos enzimek, mert az arány eltolódása révén a D^+ nagyobb valószínűséggel kapcsolódhat a fehérjék egy adott pontjához. A D^+ kötődése stabilizálhatja a fehérje konformációját, mely ettől lehet aktívabb, vagy veszít aktivitásából, és ez végső soron kihat működésére. Ettől a ponttól a szignál a már ismert és ezután felfedezésre kerülő molekuláris rendszereken megy tovább, és előidézi a már jól ismert sejtélettani jelenségeket, pl. a sejtosztódást.

Úgy gondoljuk, hogy a hipotézis helyességét támogatják az irodalmi hivatkozások és igazolják a Dd-vízzel végzett vizsgálatok.

Eredményeink alapján kijelenthetjük, hogy a Dd-víz alkalmazása új terápiás lehetőséget kínál a klinikusok számára – a már meglévő tumorelles kezelések mellett, azokat kiegészítve – a daganatos megbetegedések hatékonyabb kezelésére, és az eljárás jelentős szerepet tölthet be a megelőzésben is.

Irodalom

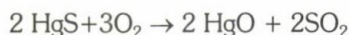
- [1] *Isotope Effects in Chemical Reactions* (Collins C. J. and Bowman N. S., Eds.) Van Nostrand Reinhold, New York, (1971).
- [2] Jancsó, G. and Van Hook, W. A. (1974) *Chem. Rev.* 74, pp. 689.
- [3] Jameson, C. J. *Isotopes in the Physical and Biomedical Sciences* Vol. 2 (Buncel E. and Jones J. R., Eds.) Elsevier, Amsterdam (1991) pp. 2.
- [4] *Annals of the New York Academy of Sciences* (1960) 84, pp. 573.
- [5] Rundel, P. W., Ehleringer, J. R. and Nagy, K. A. *Stable Isotopes in Ecological Research*. Springer, New York (1988).
- [6] Katz, J. J. and Crespi, H. L. Isotope effects in biological systems. In: Collins, C.J. and Bowman, C.J. (eds.): *Isotope Effects in Chemical Reactions* Van Nostrand Reinhold, New York (1971) pp. 286.
- [7] Yurtsever, Y. and Gat, J. R. *Stable Isotope Hydrology* (Gat J. R. and Gonfiantini R., Eds.) International Atomic Energy Agency, Vienna (1981) pp. 103.
- [8] Ziegler, H., Osmond, C. B., Stichler, W., Trimborn, P. (1976) *Planta* 128, pp. 85.
- [9] Estep, M. F. and Hoering, T. C. (1981) *Plant Physiol.* 67, pp. 474.
- [10] Kotyk, A., Dvoráková, M. and Koryta, J. (1990) *FEBS Lett.* 264, pp. 203.
- [11] Somlyai, G., Jancsó, G., Jákli, Gy., Vass, K., Barna, B., Lakics, V. and Gaál, T. (1993) *FEBS Lett.* 317, pp. 1.
- [12] Somlyai G., Jancsó G., Jákli Gy., Laskay G., Galbács Z., Galbács G., Kiss A. S. és Berkényi T. (1996) *Természetgyógyászat* 10, pp. 29.
- [13] Berkényi T., Somlyai G., Jákli Gy., Jancsó G. (1996) *Kisállatorvoslás* 3, pp.114.
- [14] Somlyai, G., Laskay, G., Berkényi, T., Galbács, Z., Galbács, G., Kiss, S. A., Jákli, Gy., Jancsó, G. (1997) *Erfahrungsheilkunde* 7, pp. 381.
- [15] Somlyai, G., Laskay, G., Berkényi, T. Jákli, Gy., Jancsó, G. (1997) In: Heys, J. R. and Melillo, D. G. (eds) *Synthesis and Applications of Isotopically Labelled Compounds*. John Wiley and Sons Ltd. pp. 137.
- [16] Somlyai, G., Laskay, G., Berkényi, T., Galbács, Z., Galbács, G., Kiss, A. S., Jákli, Gy., Jancsó, G. (1998) *Z. Onkol./J. of Oncol.* 30, pp. 91.
- [17] Somlyai G. (1998) *Komplementer Medicina* 2, pp. 6.
- [18] Somlyai Gábor (2000) *Győzzük le a rákot!* AKGA Kiadó, Budapest
- [19] G. Somlyai (2001) *Let's Defeat Cancer!* Akadémiai Kiadó, Budapest
- [20] Levy, G. (1997) *The FASEB J.* 11, pp. 234.
- [21] Smalley, W. and DuBois, R. (1997) *Advances in Pharmacology* 39, pp.1.
- [22] Subbaramajah, K., Zakim, D., Weksler, B. B. and Dannenberg, A.J. (1997) *P. S. E. B. M.* 216, pp. 201.
- [23] Belea A., Kiss A. S., Galbács Z. (1997) *Növénytermelés* 46, pp. 477.
- [24] Schuldinger, S. and Rozengurt, E. (1982) *P. N. A. S.* 79, pp. 7778.
- [25] Pouysségur, J., Sardet, C., Franchi, A., L'Allemain, G. and Paris, S. (1984) *P. N. A. S.* 81, pp. 4833.
- [26] Sharon, S. O. and Pardee, A. B. (1987) *P. N. A. S.* 84, pp. 2766.
- [27] Hagag, N., Lacal, J. C., Graber, M., Aaronson, S. and Viola, M. V. (1987) *Mol. Cell. Biol.* 7, pp. 1984.
- [28] Doppler, W., Jagga, R. and Groner, B. (1987) *Gene* 54, pp. 147.
- [29] Perona, R. and Serano, R. (1988) *Nature* 334, pp. 438.
- [30] Moolenaar, W. H., DeFize, L. H. K. and DeLaat, S. W. (1986) *J. Exp. Biol.* 124, pp. 359.
- [31] Z. Gyöngyi, G. Somlyai (2000) *In vivo* 14:437-440

Marsi Enikő

A higany (Hg)

A történelem során jó néhány mérgezési esetet lehet kapcsolni a higanyhoz. Fizikai, kémiai és élettani hatásait tekintve igen izgalmas elemmel állunk szemben. Az összegyűjtött adatok érdekesek és megfontolandóak mindennapi életünk során is.

A higany a földkéregben nagyon ritka. Koncentrációja mindössze 0,03 µg/kg, bár fémhiganyként érceiben helyenként feldúsul. A higany az egyetlen fém, amely szobahőmérsékleten folyékony halmazállapotú, 15,5-ször nagyobb a sűrűsége, mint a víz. Nagyon illékony fém. Az a levegő, amely egyensúlyban van a folyékony higannyal, 14 mg higanyt tartalmaz 1 m³-ben 20 °C-on. A mérgező gázok maximális szintjét – amelyről még úgy gondolják, hogy biztosan nem veszélyes – határküszöb-értéknek nevezik. Ez az érték a higany esetében levegő m³-ként 0,05 mg. Mivel a higany asszociátumokat alkot az ólom-cink-ezüst ércekkel, a higanygőz magas szintjének jelenléte az atmoszférában vagy a talajlevegőben arra is szolgálhat, hogy kimutassák ezen ércelérek jelenlétét. A higanyt úgy írják le, mint egy „útkereső” elemet, amikor ólom-cink-ezüst ásványosodást próbálnak kimutatni. A legtöbb higanyvegyület viszonylagosan illékony, még a cinnabarit (HgS) is, amely a legfőbb higanyásvány. Ez 10 mg higanyt juttat 1 m³ levegőbe. A cinnabarit könnyen átalakítható fémmé, ha levegőn hevítjük:



A fémeket néhány ezer éve használja az emberiség. A higany kitermelése az 1970-es évek elejétől megváltozott. Míg 1971-ben 9,6 × 10³ tonna volt a termelés, ez 1977-re 7,1 × 10³ ton-

nára csökkent. Ez részben az újrafelhasználás miatt várható volt, másrészt a környezetszennyeződés gondja miatt csökkent a higany felhasználása. A higanyfelhasználás eddigi legnagyobb mértékét 1971-ben érték el a NaOH ipari előállításánál alkalmazott Hg-katódos elektrolizáló technológia révén.

A higanyszennyezés egyik legnagyobb forrása a klór-alkáli elektrolízis. Bár a folyamat elvileg higanyvesztés nélkül megy végbe, évente mégis jelentős a technológiai hulladék. Ennek tetemes mennyisége a szennyvízbe kerül. A BVK 3 év alatt 54 millió forint csatornabírságot fizetett, mert a szennyvízben a határértéket 10-szeresen meghaladó higany volt vízben oldódó vegyületek formájában (határérték 0,01 mg/l). A BVK klórzümeméből közel 500 tonna higany jutott a talajba. Hogyan történhetett ez? A higany a rendszerből a marónátronnal és a hidrogéngázzal elemi állapotban, a klórgázzal vegyületként távozik. Megtalálható még a sólében, a sóléiszapban, a mosóvízben is. A cellából kikapcsoláskor, üzemzavar esetén, karbantartáskor közvetlenül is kijuthat higany. Gumi alkatrészeket használnak, amit a klógáz nedveség jelenlétében gyorsan tönkretesz, itt is nyitott kapu áll a higany rendelkezésére.

Az így kiszabaduló higany műszakonként akár 50-100 kilogramm is lehet. Az erre irányuló vizsgálatok szerint az üzem területén 7 méter mélységből felhozott talajban 172 g/kg, a 19 méterről származó talajmintában 6 g/kg higany volt. A vizsgálat szerint a higany átjutott a 15 méter mélységben lévő vízzáró márga rétegen is. A gyár alatt egykori, fel nem töltött bányavágatok vannak. Ezekben szabadon áramolhat a higany, kapcsolatba kerülhet a vízáramlatok-

kal. Átmeneti megoldást jelent, hogy a cellaterem padozatát, új, higany- és víztartó réteggel burkolták, a talaj és a levegő higanytartalmát állandóan mérik. Célként jelölték meg a talajba jutott higany kivonását, a szennyezett talaj megtisztítását. Más vélemények szerint a higanyt vegyileg meg kell kötni, és a talajban kell hagyni. Végső megoldás az lehet, hogy a klór és a marónátron előállítás nem higanykátódos eljárással, hanem membránselektrolízis technológiával történne. Így 25-30%-kal kevesebb energia felhasználásával lehet elérni ugyanazt a klór- és marónátron-termelést.

A higany 0, +1 és +2 oxidációs állapotban létezik és a metilezés az egyik fontos szakasza a körfolyamatnak, főleg ha a halak és az ember higanybevitelét figyelembe vesszük.



A +2 töltésű higanyionból metil- (vízben is oldható) és dimetil-higany (vízben oldhatatlan vegyület) keletkezik. Ezek az elemorganikus vegyületek sokkal mérgezőbbek, mint a szerves higanyvegyületek és sokkal illékonyabbak is. A mikroorganizmusok részéről a metilezés méregeltávolításnak tekinthető. Ez lejátszódhat oxigén jelenléte nélkül (anaerob körülmények között) is. Ekkor a mikroorganizmusok szerepe közvetett, mert csak a metilezést végző metilcobalamint (B_{12} -vitamin metilezett formája) termelik. Másik lehetőség, hogy a folyamat aerob körülmények között megy végbe. Ekkor a mikrobák saját enzimszisztémájukkal katalizálják a folyamatot. (Metilezésre képes fajok: *Pseudomonas fluorescens*, *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*.) Ha az oldatban több Hg^{2+} van jelen, akkor az anaerob, ha kevesebb, akkor az aerob metilezés zajlik le. Ha a szennyvíz higany tartalma nem éri el az 1 g/m^3 -t, akkor a metilezési folyamat el sem indul.

A metil-higany átalakulás sokkal jelentősebb az aerob állapotban, mint az anaerob állapotban. Ez azért van, mert a szulfid-ionok (S^{2-}) jelenléte redukciós közegben elősegíti az oldhatat-

lan HgS képződését. Az oldhatatlan higanyvegyületek metilezési folyamata sokkal lassúbb, mint az oldható fajtáké. A higany metilezése különösen fontos a tavakban és folyókban, ahol a víz pH-ja folyamatosan vagy szakaszosan alacsony. Ennek okai:

- magas H^+ koncentrációnál több Hg^{2+} cserélődik ki az üledékből,
- az alacsony pH inkább a metil-higany szintézisnek kedvez, mint a dimetil-higany szintézisnek,
- a magasabb rendű szervezetek alacsony populációja azt jelenti, hogy minden egyes egyén a termelt metil-higanyt nagyobb arányban adszorbeálja. A nagyon termékeny vizekben (melyek pH-ja magas) a metil-higany sokkal nagyobb hígításban van, mivel sokkal nagyobb az egyedszám.

A metil-higanyt termelő mikroorganizmusok mellett jelen van számos mikroorganizmus, ami lebontja a metil-higanyt. Így a higanyvegyület koncentráció értékei nem emelkedhetnek magasra a természetes vizekben. A metilezéssel elmentés folyamatokat elsőként japán kutatók tapasztalták egy *Pseudomonas* baktérium (K62 jelű) törzsénél. A folyamat első lépéseként a C-Hg kötést hasítja el a liáz enzim. Második lépés a $\text{Hg}^{2+} \rightarrow$ fémhigany átalakulás. Ezt a folyamatot redukáz enzim katalizálja. A folyamat aerob és anaerob körülmények között egyaránt végbemelegy. Az, hogy melyik folyamat zajlik le, sok tényezőtől függ (higanyvegyületek jellegétől, koncentrációjától, a környezeti pH-tól, redoxpotenciáljától, hőmérsékletétől).

A metil-higany koncentrációja a vizekben visszatükrözi a metilezési és a dimetilezési reakciók közötti egyensúlyt. A metil-higany koncentrációja vízi életközösségekben fajtól függően változik, ám úgy tűnik, kapcsolatban van az anyagcsere folyamattal és az átlagos élettartammal. A metil-higany a higany 60-90%-át teszi ki a halakban, mert az adszorpció foka magas és az eltávozó mennyiség nagyon alacsony. Ha-

sonló feltételek mellett a szerves higanynak csak 10-15%-a adszorbeálódik, és az eltávozás szabadon bekövetkezhet.

Japánban, Guatemalában, Irakban és Pakisztánban számos tragikus mérgezési eset volt, ezért élénk érdeklődést váltott ki a higany, mint környezetszennyező anyag. Minden egyes esetben olyan ételek fogyasztása okozta a bajt, amelyek iparilag gyártott szerves higanyvegyületekkel voltak szennyezettek. Irakban például több mint 3000 ember halt meg 1971-1972 között, mert metil-higany tartalmú gombaölővel csávázott terményeket ettek. A csávázás célja, hogy olyan növényi betegségek ellen védjen, amely a magot támadja meg. (Már i. e. 1200-ban a gabonafélék üszögbetegségei ellen meszet, fahamut és növényi kivonatokat használtak erre a célra. 1767-ig ismeretlen betegségek ellen küzdöttek. Ekkor sikerült ugyanis a gabonaszemek gombás fertőzöttségét kimutatni (Tozetti). Ettől kezdve folyamatosan fejlődött a csávázási technika.) Két alaptípusa van: porcsávázás és áztatás. Mindkettő lényege, hogy a vegyszert egyenletesen oszlassák el a vetőmag felületén. Ma a legmodernebb technikát a légporlasztású (aeroszolos) csávázógépek képviselik. A csávázószerek körében igen elterjedtek voltak a higany tartalmúak. Ez azzal magyarázható, hogy nagy hatékonyságú, olcsó, széles hatáskörű vegyszerek voltak, használatuk kis mennyiségben is elegendő volt. Alkalmazásukat azonban igen sok haláleset kísérte, főleg emberi mulasztás miatt, így lassan elvesztették egyeduralkodóikat. A volt NSZK területén 1950 óta folytak kutatások, melyek bebizonyították, hogy a higanyvegyületeket a benzimidazol és a hidroxipirimidin jó hatásfokkal helyettesítheti.

A metil-higany célszerve emberben az agy, ahol széttroncsolja a véragygátrendszer, megzavarja az idegrendszer anyagcseréjét. Ezen felül nagyon erős kötést hoz létre a szulfid csoportokkal a fehérjékben és az enzimekben, megzavarja a különböző enzimikus folyamatokat és a szintetikus mechanizmusokat. A szerves higany legfontosabb mérgező hatása, hogy hajlamos a vese és a máj működését meg-

zavarni. A szerves higannyal összehasonlítva a metil-higany könnyebben ájtut a méhlepényen és hatással van a magzatra.

Japánban, Minamatában történt mérgezési esetben egy üzem metil-higanyt engedett a folyó torkolatába és ezzel a halállomány mérgezését okozta. 22 gyerek született súlyos károsodással, akiknek édesanyján semmi jel nem mutatta a higanymérgezés tüneteit. Az 1953-1960 közötti megbetegedések:

Betegség régiói	Megetegedések száma	Halálesetek száma
Agano medence	684	96
Minamata öböl	1737	437

A környezetszennyező higany az üzemek szennyvizeivel a természetes vizekbe juthat. Az életmódjuk miatt tengerhez kötődő madarak tollazatában is kimutatható a higanyszennyezés. A higany a keratin nevű fehérjéhez kötődve halmozódik fel.

A természettudományi múzeumokban őrzött madarak tollait összehasonlították ma élő egyedek tollaival a Glasgow-i Egyetem kutatói. A lunda (*Fratercula arctica*) és a bukdosó vészmadár (*Puffinus puffinus*) tollában 2-3-szoros mennyiségű higanyt találtak 1830 óta.

A helyzet Európában sem kedvezőbb. A Rajnába évente átlagosan 700 tonna higany jut. Az Elba higanyszennyezettsége olyan mértékű, hogy halai fogyasztása tilos. A Balaton, a Tisza és a Duna halainak higanytartalma nem haladja meg a határértéket (0,05 mg/kg). Ha a víz 2,0 mg/l-nél több higanyt tartalmaz, akkor azt a halak gyorsan felhalmozzák szervezetükben, elsősorban a zsírszövetükben. A kopolyú akár 1046 mg/kg, az izomzat 6,4 mg/kg higanyt is tartalmazhat. Ha a víz 0,01-0,1 mg/l higanyt tartalmaz, akkor a halembriók gerincdeformációt szenvednek. Általános megállapítások a higanyról:

- bizonyos fokig valamennyi higanyvegyület mérgező,
- a higany kénnel szemben nagy affinitást mutat, így a kéntartalmú vegyületeket (enzimeket) blokkolja, ezáltal megakadályozza a normális biológiai funkciót,

– a higanymérgezés irreverzibilis.

A higanyszennyezés forrásai:

– a városi tisztítótelepek szennyvízeiben a higany mennyisége 1 ppb, még akkor is, ha az ipar egyébként nem használ higanyt vagy higanytartalmú vegyületeket. Ez a szennyeződés a gyógyszerekből, fertőtlenítőszerekből, festékekből származik,

– a Német Farmakológiai és Toxikológiai Társaság 1993-ban 8 évig tartó megfigyelés után széles körű tanulmányban tette közzé, hogy a fogtömésből fogtisztítás után $8,2 \text{ g/m}^3$ higany kerül a belélegzett levegőbe. A kontroll csoportnál ez az érték $0,6 \text{ g/m}^3$ (nekik nem volt tömött foguk),

– klór-alkáli elektrolízis,

– fungicidek,

– higanygőz lámpák,

– nyirkos helyen használt festékek,

– ásványi szenek elégetése által évente mintegy 50 000 tonna higany kerül az atmoszférába.

Ha a higany bejut az emberi szervezetbe, akkor orvosi beavatkozásra, gyógyításra igen korlátozott lehetőségek vannak. A szerves higany felezési ideje emberben kb. 70-80 nap, a központi idegrendszerben több mint 100 nap.

A szerveshigany-mérgezés tünetei:

– **szembe kerülve:** könnyezés, égő fájdalom, kötőhártya-, ritkábban szaruhártya-gyulladás.

– **bőrre kerülve:** égő fájdalom, kivörösödés, hólyagos bőrgyulladás, majd izzadás, apró bőrfekély. A higany a bőrön keresztül is felszívódhat, ezért bőséges szappanos vízzel el kell távolítani.

– **belélegzéskor:** orrfolyás, garat-, gége-, légcsőtáji fájdalom. Köhögés, köpetürítés. A beteget friss levegőre kell vinni.

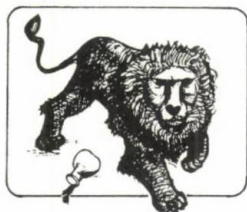
– **lenyelve:** a lappangási idő az adag nagyságától függően néhány perc vagy akár néhány óra is lehet. Helyileg azonnal fémes szájíz, fájdalom érezhető a tápcsatorna felső szakaszában. Hányás, hasmenés, bélgörcsök, nagyfo-

kú szomjúság jellemzi. Felszívódás után fejfájás, szédülés, izomrángás jelentkezik. Súlyosabb esetekben mozgásszervi zavarok, látási, hallási, beszélesi nehézségek, idegbénulás. Igen súlyos esetekben öntudatlanság, általános görcsrohamok, a vérkeringés és a légzés romlása lép fel. Elhúzódó esetekben vesekárosodás, elmezavarra emlékeztető állapot alakul ki. A beteget hánytatni kell.

A WHO azt ajánlotta, hogy a bevitt higany összmenyisége felnőtteknél ne legyen több, mint 0,3 mg, ebből 0,2 mg lehet metil-higany/fő/hét. Az ivóvíz higanyszintje általában jóval alatta van a határértéknek ($1 \mu\text{g Hg/l}$) és a növények sem vesznek fel több higanyt a talajból. Az átlagos higanybevitel 0,07 mg higany/fő/hét. A sok halat fogyasztó embereknek sokkal több higany juthat a szervezetébe – pl. egy 0,6 mg higanyszintet tartamazó hal 0,15 mg metil-higany mennyiséget is kitehet egy étkezésben.

Irodalom

- [1] Colin Baird: Environmental Chemistry, W. H. Freeman and Company, New York, 1995.
- [2] B. Nath, L. Hens, D. Devuyt, Editors: Sustainable Development, VUB Press, Brussels, 1996.
- [3] Takács Sándor: Az ember és környezete, Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém, 1994.
- [4] Papp Sándor: Bevezetés a környezetkémia, Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém, 1999.
- [5] Barótfi István Szerk.: Környezettechnika kézikönyv, Kö-Tech, Budapest, 1990.
- [6] Christine U. Eccles, Zoltan Annau: The Toxicity of Methyl Mercury, The Johns Hopkins University Press, London, 1987.
- [7] Bruce M. Saa, Mona A. Salem, Lawrence A. Smith Battelle: Mercury usage and alternatives in the electrical and electronics industries, EPA/600/R-94/047 final report, Cincinnati, Ohio, USA, 1994.
- [8] Papp Sándor, Rolf Kümmel: Környezeti kémia, Tankönyvkiadó, Budapest, 1992.
- [9] Moser Miklós, Pálmai György: A környezetvédelem alapjai, Tankönyvkiadó, Budapest, 1992.



OROSZLÁNKÖRMÖK

Misányi Éva

Örök mozgásban

A mindennapi életben látszólag minden nyugalomban van, az asztalon a vasdarab, a pohárban a víz, zárt szobában a levegő. Azonban ha jobban megnézzük őket, lemegyünk atomi szintre, látjuk, hogy ez nem így van. Az atomok, molekulák soha sincsenek nyugalomban.

Vegyük fel az asztalról a **szilárd** vasdarabot és gondolatban pillantsunk bele, nézzük meg mi is történik valójában a belsejében. A vasat Fe atomok alkotják, amelyek a külső elektronhéjukon kis számú elektront tartalmaznak. Ezek viszonylag messze vannak az atommagtól, így kevésbé hat rájuk a pozitív atommag vonzó hatása, tehát lazában kötöttek. A fématomok összekapcsolódásakor ezek a lazán kötött elektronok leválnak az egyes atomtörzsekről és egyetlen nagy elektronfelhőt alakítanak ki, amely valamennyi atommaghoz közösen tartozik. Ez a szabadon gomolygó elektronsereg hozza létre a fémekre oly jellemző tulajdonságokat, pl.: jó elektromos és hővezető képesség, stb.

A pozitív atomtörzsek sem teljesen mozdatlanok, de mivel köztük sokkal nagyobb az összetartó erő, ezért nem tudnak elvándorolni, csak az egyensúlyi helyzetük körül a tér minden irányában rezegnek. Ha hőközléssel növeljük a rácspontokban levő részecskék energiáját (vagyis melegítjük a vasdarabunkat), akkor egyre nagyobb kitéréssel (amplitúdóval) és sebesség-

gel fognak rezegni. Ha akkora energiára tesznek szert, hogy le tudják győzni az őket összetartó **kohéziós erőt**, akkor már el tudnak mozdulni az addig kötött helyükről, így a rács hirtelen összeomlik, az anyag megolvad. Mechanikusan is fel tudjuk szakítani a kötéseket, így akár egy-egy atomot is ki tudunk szabadítani a rácsból. Ez történik akkor is, amikor a lópatkó szikrázik a kövezen. A fényfelvillanásokat a kiszabaduló Fe atomok okozzák, amikor hevesen reagálnak a levegő O_2 molekuláival.

Folyadékokban a részecskék között a szilárd anyagokhoz képest már nem akkora az összetartó erő, de még így is korlátozza a részecskék mozgását. Még itt sem jelenik meg az igazi haladó mozgás, de a rezgésen, forgáson kívül azért vannak plusz dolgok. **Ilyen például a molekulák egymás hatására történő irányított beállása.** Ennek legszemléletesebb példája a poláris molekulák közötti kölcsönhatás. A poláris molekulákban nem szimmetrikus az elektronok eloszlása. Ez azt eredményezi, hogy a molekulák két vége ellentétes töltésű lesz, ezért a molekulák egymást lökdösik, ráncigálják, attól függően, hogy melyik töltésű végük kerül egymás közelébe, ugyanis az azonos töltések taszítják, míg az ellentétesek vonzzák egymást. A molekulák ezért egymáshoz képest irányítottan fognak elhelyezkedni, rendezett molekulahalmazokat hozva létre. Ha a moleku-

lahalmazon belül egy molekula irányítottságát megváltoztatjuk, az megváltoztatja az összes többi társa beállását is. Ezek a **molekula asszociátumok** melegítés hatására szétbomlanak, mert a molekulák mozgása ilyenkor felgyorsul, már nem bírják egymás mozdulatait követni, széttávoznak. Ez a jelenség megfigyelhető apoláris molekuláknál is.

A poláris molekuláknál fellépő kölcsönhatást **dipólus-dipólus kölcsönhatásnak** nevezzük.

Míg a folyadékmolekulák csak gördülni tudnak egymáson (pl.: mint amikor kiöntünk egy pohár vizet), addig a **gázok molekulái állandó mozgásban vannak**. Egyrészt rezegnek, amit úgy lehet elképzelni, mintha az **atomok közti kötések rugók lennének**. A kötéshosszak is úgy változnak rezgés közben, ahogy a rugó nyúlik, összenyomódik. (A kötések erősségét ebben a modellben a rugóállandókkal jellemezhetjük.). Ezt hívják **rugós modellnek**. Tehát a **gázmolekula atomjai rezegnek**, miközben az **egész molekula forgásban van**, és még eközben a **helyét is változtatja**, véletlenszerűen elmozdul. Gyakorta **ütköznek** egymással, ezért **sebességük nagysága és iránya állandóan változik**. Ez minden gázra igaz, így tesznek a levegő alkotórészei is, tehát mi rezgő, forgó, egymást ide-oda lökdöső molekulákat lélegzünk be.

Ha nem anyagi halmazokat nézünk, hanem koncentrálnak, más mozgásokat is felfedezhetünk. Induljunk ki abból, hogy minden molekulának van bizonyos térbeli elrendeződése. A víz például V alakú, a metán tetraédes, a hidrogén-klorid lineáris, és így tovább. Vannak azonban olyan molekulák, mint például az **ammónia**, ahol **nem ilyen egyértelmű a térbeli elrendeződés**, mert állandóan **változtatja alakját**. Tehát míg a metán (CH_4) egy **viszonylag merev, térbeli elrendeződését megtartó molekula**, addig az **ammónia nagyon flexibilis, mozgékony**. Ha valakivel lerajzolnánk az **ammónia (NH_3)** térszerkeze-

tét, biztosan **piramis** alakot rajzolna. Ez azonban csak részben lenne igaz, mert **sík** alakot is felvehet (**planáris** elrendeződést), tehát a nitrogén, és a róla lelógó hidrogének egy síkba kerülnének. A két alak közti átmenetet a könnyebb úgy elképzelni, mintha a szél az esernyőnkét kifordítaná. Ez az esernyő ki-be fordulása az ammónia molekula esetén $2,5 \cdot 10^{-11}$ s alatt játszódik le. Ugyanígy csinál pl. a **PH_3** molekula is, csak valamivel több idő alatt. De nem csak a három hidrogént (3H) tartalmazó molekulák képesek ilyesmire. Itt van például az (**AsF_5**) **arzén-pentafluorid** molekula. (Az arzén-pentafluorid egy igen egzotikus gáz, forráspontja $-52,8^\circ\text{C}$, elemi arzén, illetve arzén-oxid fluorral történő reakciójával állítják elő.) Az **AsF_5 trigonális bipiramisos és tetraédes** szerkezetek közt változtatja az alakját, tehát átrendeződik egyikből a másikba. Ez a **Berry átrendeződés**. Ennek a térbeli átrendeződésnek a szemléltetésére készítettem a modellem.

Rugós modell készítése az AsF_5 molekula térbeli átrendeződésének szemléltetésére

Szükséges anyagok:

- 6 db pingponglabda,
- 5 db rugó (én ezeket már nem kellő spirálfűzetekből szereztem be, kiszakítottam a lapjait, és az így szabadabbá vált spirálokat harapófóval 3 részre vágtam),
- pillanatragasztó.

Szükséges eszközök:

- harapófó (ha esetleg rövidebbre kell vágni a rugókat),
- kés vagy olló.

A modell elkészítése:

Az egyik pingponglabda lesz a központi arzén atomunk, ehhez fog kapcsolódni a többi labda. Ezek lesznek a fluor atomjaink. A központi atomnak szánt labdán bejelölgetjük a kötések

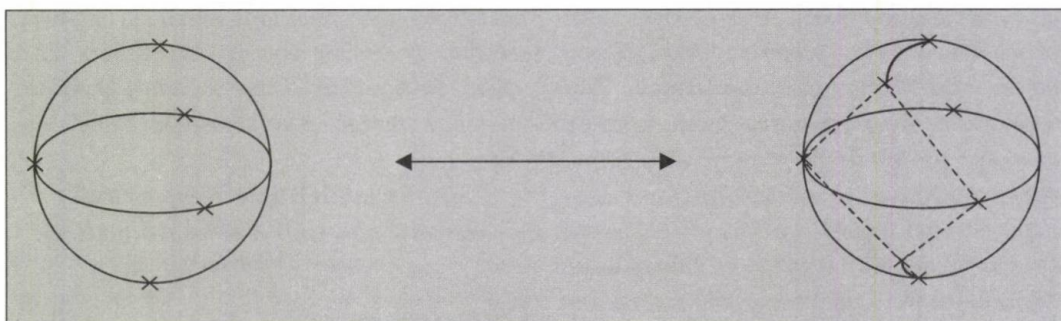
helyét: a labda tetején és alján lesz 1-1 pont, illetve az őket összekötő távolság felénél levő körön egymástól azonos távolságra 3 pont. Ez lesz a **trigonális bipiramisos** elrendeződés. A felső és alsó pontnál készítünk késsel vagy ollóval egy bevágást úgy, hogy ha ezekben elcsúsztatjuk a rugókat, **tetraéderes elrendeződést** kapjunk. A fent leírtak jól láthatóak az 1. ábrán. (A bevágások két végére tehetünk egy-egy pillanatragsztó cseppet, hogy ne repedjenek tovább.)

Legvégül a bejelölt helyekre belecsavarjuk a rugókat (ugyanúgy, mint amikor valahová csavart tekerünk be), melyek másik végére előzőleg felszereltünk 1-1 pingponglabdát. A labdákat tetszés szerint beszínezhetjük alkoholos filccel.

Remélem sikerült bemutatnom, hogy érdemes a minket körülvevő világban nyitott szemmel járni és nemcsak felszínesen nézelődni, mert ha a dolgok mélyére tekintünk, sok érdekességet fedezhetünk fel még egy olyan közönségesnek, unalmasnak látszó dologban is, mint amilyen egy pohár víz. Ezeket a mozgásokat, változásokat egyszerű modellekkel láthatóvá is tehetjük.

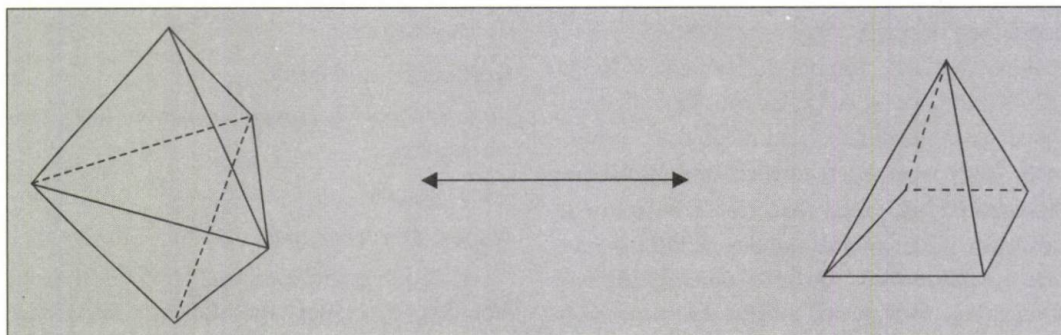
Irodalom

- [1]Sohár Pál: Szerkezeti kémia című előadásának anyaga.
[2]Szabó Lászlóné: Kémia I., Általános kémia tankönyv. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1995, 3. kiadás.



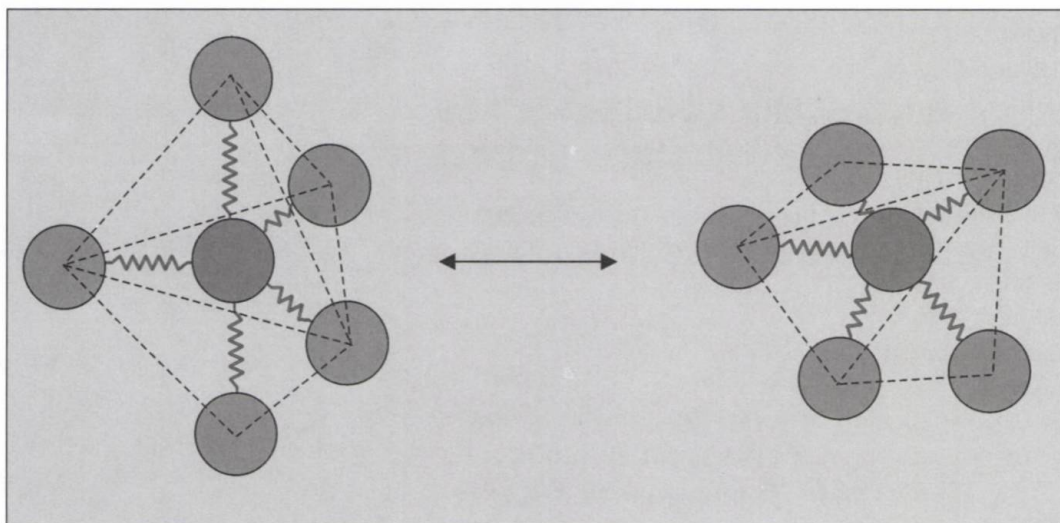
1. ábra

A pingponglabdán be kell jelölnünk a rugók helyeit. A bal oldali labda a trigonális bipiramisos, a jobb oldali a tetraéderes elrendezést mutatja. A jobb oldalánál a szaggatott vonallal rajzolt négyzet csúcaiban kell lennie a négy lefelé álló rugónak (ami a tetraéder „talpát” alkotja). A labda tetejét és alját a négyzet felső és alsó csúcsával összekötő vonal jelzi, hol kell bevágunk a labdát abhoz, hogy a két térszerkezet közötti átmenetet biztosítsuk.



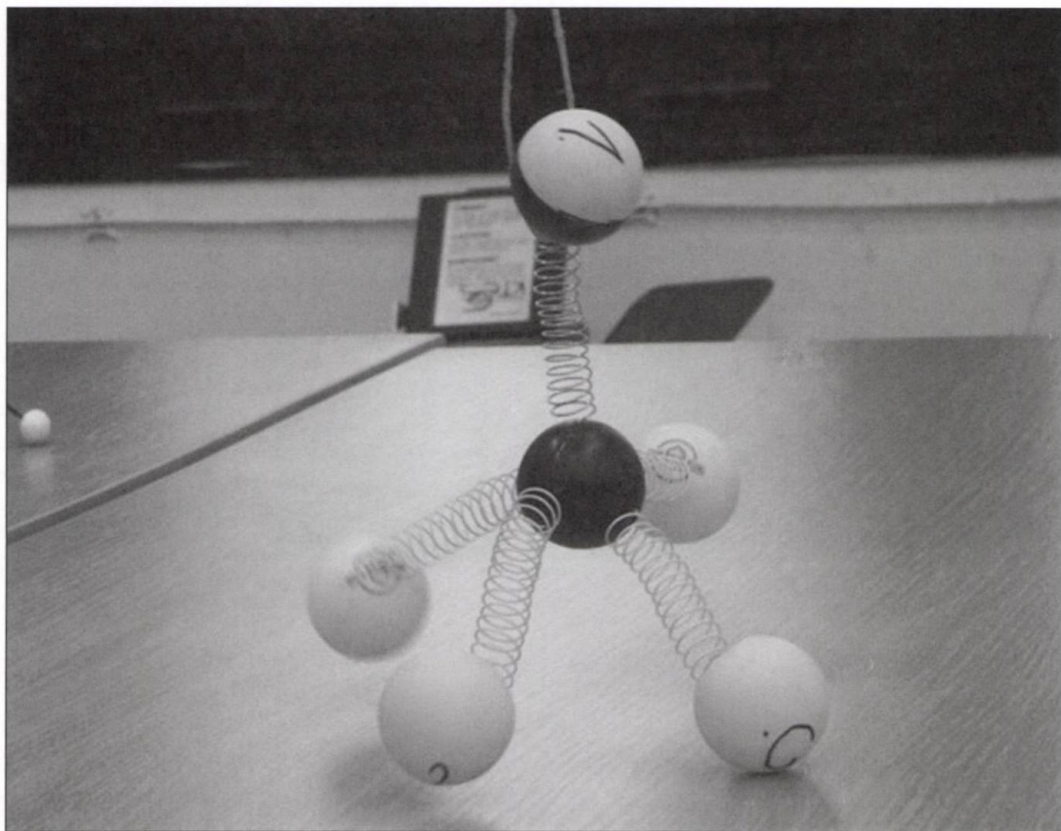
2. ábra

E két térszerkezet közti átmenetet szeretnénk a modellünkkel bemutatni.



3. ábra

A már elkészített modellünk rajza. A jobb oldali tetraéderes elrendeződésnél ugyanúgy, ahogy az 1. ábrán, a tetraéder „talpa” néz felénk.



4. ábra

Az általam elkészített rugós modell tetraéderes elrendeződésben.

A TERMÉSZETRŐL TIZENÉVESEKNEK

A NÉPSZERŰ SOROZAT ÚJABB KÖTETEKEL BŐVÜLT

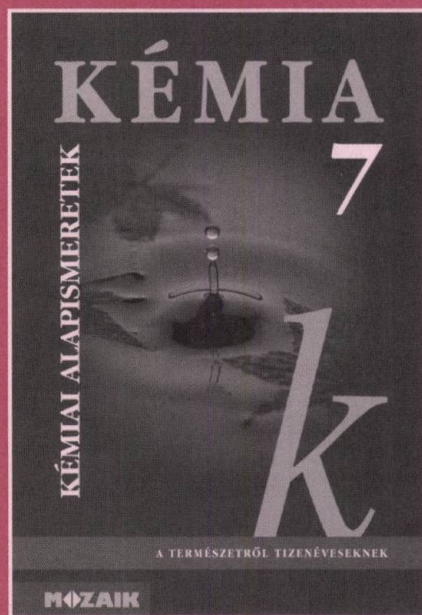
Megjelentek a tankönyvcsalád Földrajz 7.,
Fizika 7., Kémia 7. és Biológia 7. kötetei.

Az általános iskolai tankönyvekhez
munkafüzetek és tudásszintmérő
feladatlapok kapcsolódnak.

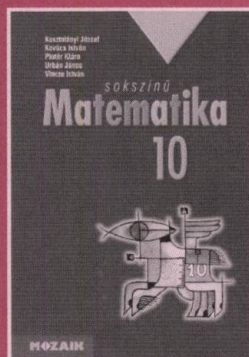
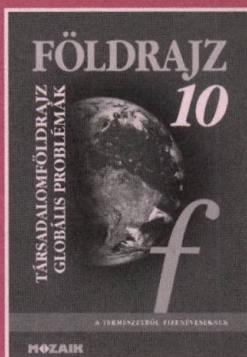
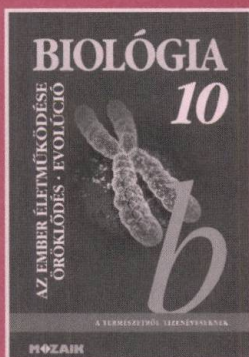
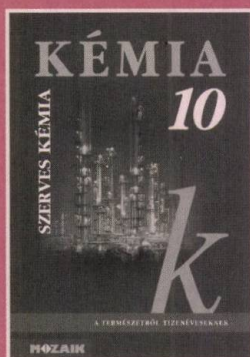
A tantervek és tanmenetek a kiadó
honlapján találhatóak meg.

A 2004-ben megjelenő 8. osztályos
kötetekkel teljessé váló tankönyvcsalád
kiemelkedő színvonalát jelzi, hogy

a Szép Magyar Könyv 2001 Verseny
tankönyv kategória díja mellett 2003-ban
újra elnyerte a HunDidac Arany díját is.



A 2003-BAN HUNDIDAC ARANY DÍJAT NYERT KÖTETEK



MOZAIK KIADÓ

Levélcím: 6701 Szeged, Pf. 301.

Telefon: (62) 470-101, Fax: (62) 554-666

E-mail: kiado@mozaik.info.hu

MOZAIK KÖNYVESBOLT

1082 Budapest, VIII. Üllői út 70., Tel.: 31-42-612

www.mozaik.info.hu

MOZAIK
www.mozaik.info.hu